

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

**ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА імені О. М. БЕКЕТОВА**



МАТЕРІАЛИ

***XI ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ СТУДЕНТСЬКОЇ
НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ
«СТАЛИЙ РОЗВИТОК МІСТ»***

ЧАСТИНА 2

**ХАРКІВ
ХНУМГ ім. О.М. Бекетова
2018**

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

**ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА імені О. М. БЕКЕТОВА**

Матеріали

***XI Всеукраїнської студентської науково-технічної
конференції «Сталий розвиток міст»***

ЧАСТИНА 2

**ХАРКІВ
ХНУМГ ім. О.М. Бекетова
2018**

УДК 061.3:378
ББК 74.58+66.75
М 34

Редакційна колегія: Сухонос М.К., д-р техн. наук, проф.; Старостіна А.Ю., канд. техн. наук; Поліщук В.М., канд. техн. наук, доц.; Ткачов В.О., канд. техн. наук, доц.; Шпіка М.І., канд. техн. наук, доц.; Щербак Я.В., д-р техн. наук, проф.; Сталінський Д.В., д-р техн. наук, проф.; Неежмаков П.І., д-р техн. наук, доц.

Матеріали XI Всеукраїнської студентської науково-технічної
М 34 конференції «Сталий розвиток міст» (83-ї студентської науково-технічної конференції ХНУМГ ім. О. М. Бекетова) : в 4-х ч. / Ч. 2. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2018. – 157 с.

Розглядаються питання розробки та впровадження технічних засобів експлуатації електротранспорту, електропостачання та освітлення міст, які підвищують їх експлуатаційну надійність.

Висвітлюються актуальні проблеми процесу очищення природних та стічних вод, функціонування системи водопостачання та водовідведення.

УДК 061.3:378
ББК 74.58+66.75

© Харківський національний
університет міського господарства
імені О. М. Бекетова, 2018

ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ

Сухонос М.К. – д-р техн. наук, професор, проректор з наукової роботи, голова оргкомітету;

Старостіна А.Ю. – канд. техн. наук, начальник науково-дослідної частини, заступник голови оргкомітету.

Склад оргкомітету:

Писаревський І.М. – д-р екон. наук, професор, декан факультету менеджменту;

Поліщук В.М. – канд. техн. наук, доцент, декан факультету електропостачання і освітлення міст;

Александрович В.А. – канд. техн. наук, ст. викладач, декан будівельного факультету;

Рищенко Т.Д. – канд. техн. наук, доцент, декан факультету архітектури, дизайну та образотворчого мистецтва;

Соловійов О.В. – канд. екон. наук, професор, декан факультету економіки і підприємництва;

Ткачов В.О. – канд. техн. наук, доцент, декан факультету інженерних мереж та екології міст;

Шпіка М.І. – канд. техн. наук, доцент, декан факультету транспортних систем та технологій;

Вотінов М.А. – канд. архіт., доцент, зав. кафедри основ архітектурного проектування;

Семенов В.Т. – канд. архіт., професор, зав. кафедри міського будівництва;

Осиченко Г.О. – канд. техн. наук, доцент, зав. кафедри архітектури будівель і споруд та дизайну архітектурного середовища;

Шмуклер В.С. – д-р техн. наук, професор, зав. кафедри будівельних конструкцій;

Мамонов К.А. – д-р екон. наук, професор, зав. кафедри земельного адміністрування та геоінформаційних систем;

Оленіна О.Ю. – д-р мистец., професор, зав. кафедри дизайну та образотворчого мистецтва;

Ткач В.П. – д-р сільськогосп. наук, зав. кафедри лісового та садово-паркового господарства;

Сталінський Д.В. – д-р техн. наук, професор, зав. кафедри водопостачання, водовідведення і очищення вод;

Щербак Я.В. – д-р техн. наук, професор, зав. кафедри електричного транспорту;

Несжмаков П.І. – д-р техн. наук, доцент, зав. кафедри світлотехніки і джерел світла;

Димченко О.В. – д-р екон. наук, професор, зав. кафедри економіки підприємств, бізнес-адміністрування та регіонального розвитку;

Новікова М.М. – д-р екон. наук, професор, зав. кафедри менеджменту і адміністрування;

Вершиніна Д.М. – голова ради молодих вчених ХНУМГ ім. О.М. Бекетова;

Федорова О.І. – студентка IV курсу факультету архітектури, дизайну та образотворчого мистецтва, голова студентського Сенату;

Носоненко О.Г. – студентка IV курсу факультету транспортних систем та технологій, голова первинної профспілкової організації студентів.

РОЗРОБКА ТА ВПРОВАДЖЕННЯ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ЕЛЕКТРОТРАНСПОРТУ, ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ТА ОСВІТЛЕННЯ МІСТ, ЯКІ ПІДВИЩУЮТЬ ЇХ ЕКСПЛУАТАЦІЙНУ НАДІЙНІСТЬ

СВІТЛОВИЙ ЕКОДИЗАЙН

Ащепков В.О.

Науковий керівник – Ляшенко О.М., ст. викладач

В епоху швидкого розвитку технологій і безперервного створення нових матеріалів, що постійно оточують людину протягом її роботи і відпочинку, актуальним стало застосування для облицювання приміщення і виготовлення об'єктів інтер'єру і навіть корпусів освітлювальних приладів або світлових панно екологічних натуральних матеріалів: деревини різних порід, текстилю та ін. Звичайно застосування цих природних матеріалів обумовлюють додаткові вимоги до джерел випромінювання: відсутність значного перегрівання для усунення небажаних випаровувань та пожежної небезпеки, а також забезпечення потрібних світлотехнічних характеристик екосвітільників та освітлювальних систем на їх основі.

З урахуванням вище наведених проблем і вимог світлодіодні модулі і лампи є відповідним елементом цих світлових приладів.

Ще одним з напрямків розвитку світлового екодизайну є створення систем освітлення, що не створюють небажаної засвітки зовнішнього середовища, тобто світлового забруднення. Таким чином, при поєднанні екологічних матеріалів та засобів освітлення і сучасних джерел світла можна створювати неповторне природне оточення для комфортного і безпечного життя.

НОВІ ТЕХНІЧНІ МОЖЛИВОСТІ СУЧАСНОГО ОСВІТЛЕННЯ ГОТЕЛІВ

Іваха А.Б.

Науковий керівник – Ляшенко О.М., ст. викладач

Разом з бурхливим розвитком елементів освітлювальних систем підвищуються вимоги до світлового середовища будь-якої будівлі, особливо приміщень готелів, будинків відпочинку, літніх таборів, тобто будівель для тимчасового проживання, в яких система освітлення є одним із активних інструментів для створення комфортного і безпечного оточення далеко від домівки. Досягається це за рахунок зонуван-

ня приміщень цих будівель за їх призначенням із застосування різних меблів і прийомів освітлення. При цьому комфортність світлового середовища повинна поєднуватися з функціональністю, безпекою і енергоефективністю, оскільки неефективні світлові елементи, що в деяких приміщеннях будівлі можуть експлуатуватися цілодобово, будуть причиною занадто великих експлуатаційних витрат готелю.

Новітні технології освітлення, що появились завдяки сучасним перспективним світлодіодним джерелам випромінювання, дозволяють створювати неповторний світловий вигляд приміщень закладів відпочинку, забезпечуючи високу освітленість в зоні рецепції, м'яке розсіяне світло в номерах і достатню видимість в коридорах та на сходах для забезпечення безпечного виходу або евакуації.

Текстильні світлові панно різні за площею, схована розсіяна підсвітка контурів приміщення, світлові карнизи, виконані із застосуванням неорганічних світлодіодів та світильники і світлові панелі на основі гнучких органічних світлодіодів – це неповний перелік елементів сучасних систем освітлення, що відповідають всім наведеним вище вимогам сучасних smart будівель закладів тимчасового проживання або відпочинку.

ВИВЧЕННЯ СВІТЛОРОЗПОДІЛУ СВІТИЛЬНИКА ТИПУ ФБО

Голуб В.Б.

Науковий керівник – Петченко Г.О., д-р фіз.-мат. наук, професор

Метою цієї роботи є аналіз досліджень світлотехнічних характеристик дослідного зразка світильника ФБО 01-18-004: класу світлорозподілу світильника, типу кривої сили світла (КСС) в поздовжньому і поперечному напрямках, освітленості, створюваної світловим приладом (СП) на фіксованій відстані, габаритної яскравості і ККД приладу, а також захисного кута світильника даної модифікації. Експерименти проводилися на фотометрі на базі теодоліта 2Т30 (зав. № 104746), що передбачає можливість кріплення світильників різних модифікацій. В якості приймача випромінювання даного розподільного фотометра був використаний стандартний люксметр Ю -116 (зав. № 002040), що дає похибку абсолютних вимірів не більше 10%.

Для перевірки експериментальних даних був виконаний теоретичний розрахунок КСС світильника в горизонтальних і вертикальних площинах за формулами, досить гарно описує дану геометрію тіла СП, що світиться: $I_{гор.} = L \cdot A_{пр. гор.} = L \cdot (b \cdot d \cdot \cos \alpha + b \cdot h \cdot \sin \alpha)$, $I_{верт.} = L \cdot A_{пр. верт.} = L \cdot (b \cdot d \cdot \cos \alpha + b \cdot d \cdot \sin \alpha)$, де L - габаритна яскравість світиться поверхні світильника; $A_{пр. гор.}$, $A_{пр. верт.}$ - площі проекцій тіла СП, що світиться в

горизонтальній і вертикальній площинах відповідно; b , d і h - ширина, довжина і глибина тіла СП, що світиться відповідно; α - кут випромінювання.

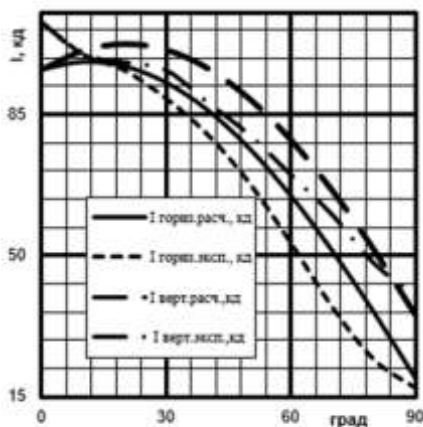


Рис. 1. Зіставлення експериментальних і розрахункових КСС

При цьому проекція частини СП, що світиться для кожного напрямку випромінювання розраховувалась по відомим габаритам світильника, а яскравість була взята з експерименту. КСС світильника, отримані дослідним шляхом в рамках вимог були зіставлені з розрахунковими кривими (див. рис. 1).

Зроблено висновки щодо наявних незначних розбіжностей досвідчених і розрахункових кривих і методології експерименту.

РОЗРОБКА LED-СВІТИЛЬНИКА

Мудраченко Н.Ю.

Науковий керівник – Петченко Г.О., д-р фіз.-мат. наук, професор

Відомо, що в даний час для світильників місцевого освітлення все частіше використовуються світлодіодні модулі. Це пов'язано з численними перевагами світлодіодів, серед яких, мабуть, основними є величезний термін служби і ефектний зовнішній вигляд, відмінно підходить до сучасного дизайну робочого місця. Головним недоліком світлодіодних світильників є їх висока вартість. Цей недолік відходить на задній план при виборі відповідної ніші ринку збуту світлодіодних світильників - комп'ютерного освітлення і підсвічування клавіатури.

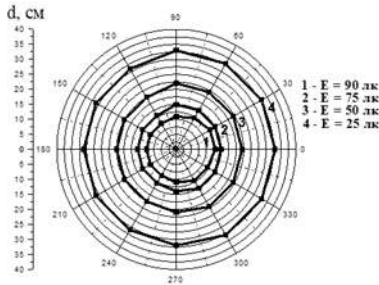


Рисунок 1 – Горизонтальні ізолюкси світильника

Тут робоче місце оснащене дорогим обладнанням, і ціна світлодіодного світильника не здається надмірною.

У даній роботі автори спробували створити дослідний зразок світлодіодного світильника для освітлення робочого місця біля ПК і знайти оптимальну кількість світлодіодів в модулі і їх взаємне розташування для відповідного освітлення клавіатури.

З цією метою ми взяли відому модифікацію світильника фірми BRILUX марки 7240 під галогенну лампу потужністю 36 Вт і замінили останню на світлодіодний блок з 24 світлодіодів. При цьому в якості монтажної плати для світлодіодів використовувався відбивач колишнього світильника, завдяки чому крива сила світла (КСС) нового світильника поширилася на більш широкий кутовий діапазон.

КСС світильника в поздовжньому і поперечному напрямках (які виявилися однаковими внаслідок круглосиметричності світильника) були виміряні люксметром Ю-116, побудовані в полярних координатах в рамках програми Origin 5.0 і описані поліномом третього порядку: $I(\alpha) = 38,655 - 2,259 \cdot \alpha + 0,05 \cdot \alpha^2 - 3,97 \cdot 10^{-4} \cdot \alpha^3$. Горизонтальні ізолюкси світлодіодного світильника приведені на рис. 1. Форма ізолюкс і КСС розробленого світильника цілком підходять для м'якого освітлення робочого місця біля ПК. Накопичений авторами досвід може бути корисний для розробників світлодіодних світильників місцевого освітлення.

МЕТОДИКА ЗНАХОДЖЕННЯ ОПТИМАЛЬНОГО ПРОФІЛЮ ВІДБИВАЧА ДЛЯ СВІТИЛЬНИКА З НЕОБХІДНОЮ КСС

Скалига А.Ю.

Науковий керівник – Петченко Г.О., д-р фіз.-мат. наук, професор

При розробці нової модифікації світлових приладів (СП) найбільш відповідальним етапом є світлотехнічний розрахунок відбивача,

геометрія якого визначає світлорозподіл світильника з фіксованим джерелом світла (ДС). У промислових СП використовуються круглосиметричні дзеркальні відбивачі, профіль яких, згідно [1], розраховується в рамках методу елементарних відображень. В рамках даного методу світловий пучок, сформований СП, розглядається як сукупність окремих світлових пучків, форма і розміри яких визначаються, як характеристиками світиться тіла джерела світла, так і ка-кість відбивача. В роботі [2] було показано, що використання алгоритму розрахунку профілю дзеркального відбивача, який пропонується в [1] з точки зору трудомісткості, швидкості і якості кінцевого результату не реальний і був запропонований новий спосіб розрахунку дзеркальних круглосиметричних відбивачів в рамках методу елементарних відображень. Згідно [2], задача про відтворення профілю дзеркального відбивача може бути швидко і ефективно вирішена шляхом точного графоаналітичного опису необхідної кривої сили світла відбивача сукупністю зональних КСС. Отримані таким чином зональні КСС, по-перше, свідомо задовольняють потрібного світлорозподілу проєктованого світильника і, по-друге, є джерелом інформації, важливої для подальших розрахунків кривизни відбивача. Автори роботи [2] прийшли до наступного виразу для визначення параметрів r_i і κ_α :

$$\Lambda = r_{cp}^2 \cdot \kappa_\alpha \left(\frac{\cos \sigma_\alpha}{\cos i_{cp}} \right)^{-1} = r_{cp}^2 \cdot \kappa_\alpha \cdot \left(\frac{\cos(\varphi_{cp} - \delta_{cp})}{\cos(\delta_{cp} - \alpha)} \right)^{-1},$$

$$\text{де } \Lambda = \frac{I_\alpha}{\rho \cdot L_{c.m}} \cdot \frac{90}{\pi^2 \cdot \Delta\varphi \cdot \sin \varphi_{cp}} - \text{параметр, що включає в себе}$$

відомі (для кожної окремо взятої зони) величини [2],

r_{cp} – середнє значення радіус-вектора, що визначає кривизну відбивача в межах зони,

κ_α – коефіцієнт заповнення зони світлою частиною в напрямку а,

δ_{cp} – параметр, що залежить в явному вигляді від функції j (а) необхідного ходу променів [1].

Метою даної роботи є апробація методики на світильниках з лампами ДНаТ-150, які широко використовуються для освітленні-ванні промислових об'єктів і відкритих просторів.

В результаті проведеного в рамках [2] розрахунку була отримана сукупність радіус-векторів g_i , які задають форму відбивача, розраховані ККД і коефіцієнт посилення СП, спроектованого під світло-розподіл Г-1. Отримані результати дозволяють зробити висновок, що методика

[2] дає хороші результати для проектування СП з ДС наближені до циліндричної форми, і може бути ефективно використана для розширення номенклатури світлотехнічних виробів.

1. Трёмбач В.В. Световые приборы. Москва. : Высшая школа, 1990. – 462 с.

2. Эффективная методика расчета формы зеркального отражателя светильника с требуемой КСС / Л. Баландаева [та ін.]. *Коммунальное хозяйство городов*. 2003. № 53. С. 207-210.

РОЗРАХУНКИ ПРОФІЛЮ ВІДБИВАЧА ПРОМИСЛОВОГО СВИТИЛЬНИКА З ПОТРІБНОЮ КСС

Крилов С.Ю.

Науковий керівник – Петченко Г.О., д-р фіз.-мат. наук, професор

В роботі [1] була запропонована методика розрахунку профілю дзеркального круглосимметричного відбивача, суть якої полягала в відтворенні масиву радіус-векторів $\{r_i\}$ за отриманими графо-аналітичним шляхом зональним КСС відбивача світильника. Зазначені КСС досить точно описують загальну необхідну КСС відбивача і служать джерелом інформації для розрахунків кривизни відбивача. У роботах [2-3] ця методика була апробована для світильників з лампами ДНаТ-50 і ДНаТ-150.

Метою даної роботи є апробація методики на світильниках з лампами ДНаТ-70, ДНаТ-100, ДНаТ-250 і ДНаТ-400, які, згідно з [4] мають досить широке застосування.

В результаті виконаних розрахунків і з урахуванням [2-3] ми розширили апробацію розрахункового алгоритму на все загальнопоширені модифікації натрієвих ламп і переконалися, що методика [1] працює цілком задовільно.

1. Эффективная методика расчета формы зеркального отражателя светильника с требуемой КСС / Л. Баландаева [та ін.]. *Коммунальное хозяйство городов*. 2003. № 53. С. 207-210.

2. Расчет световых приборов с экологически перспективными источниками света / Г.А. Петченко [и др.]. *Коммунальное хозяйство городов*. 2006. № 74. С. 381-384.

3. Петченко Г.А. Решение обратной задачи применительно к нахождению оптимального профиля зеркального круглосимметричного отражателя в рамках метода элементарных отображений / Г.А. Петченко [та ін.]. *Світлотехніка та електроенергетика*. 2007. № 1(9). С. 40-44.

4. Internet – ресурс: URL: www.vatra.te.ua.

ПОРІВНЯННЯ ОДНАКОВИХ МОДИФІКАЦІЙ СВІТИЛЬНИКІВ З РІЗНИМИ ОПТИЧНИМИ СИСТЕМАМИ

Руденко М.О.

Науковий керівник – Петченко Г.О., д-р фіз.-мат. наук, професор

В роботі виконано порівняння двох однакових по конструкції світильників місцевого освітлення - зі світлодіодним модулем і з фігурною люмінесцентною лампою. Обидві номенклатурні одиниці є зараз у вільному продажі в спеціалізованих салонах нашого міста і авторам стало цікаво оцінити їхні переваги.

Експеримент зі світильниками був виконаний в лабораторії " Основ світлотехніки ". В результаті проведеної роботи ми прийшли до такого висновку.

1. Конструкції світильника можна вважати технологічно орієнтованими, і обидва світильника в плані собівартості їх виготовлення є цілком конкурентоспроможними.

2. Наявні в світильниках поворотні пристрої та затискачі досить жорстко фіксують необхідні форми.

3. пульсацій і мерехтінь, викликаних перепадами напруги в мережі в ході експерименту не спостерігалось, що було помітно як візуально, так і по люксметром.

4. На відміну від СП з КЛЛ світильник зі світлодіодним модулем сильно програє в світлорозподілом. Його нормальна сила світла перевищує норми місцевого освітлення, але при цьому КСС охоплює дуже вузьке кутовий простір. Таким чином, зорова робота і в зоні ефективної дії і поза нею є, безумовно, некомфортною.

Нам здається, що впроваджувати світлодіодне освітлення слід з великою обережністю і після багаторазових атестаційних випробувань світильників.

ТЕХНОЛОГІЇ СВІЛОТЕХНІЧНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ УКРАЇНИ. ОГЛЯДОВИЙ АНАЛІЗ І ВИСНОВКИ

Горіздра І.В.

Науковий керівник – Петченко Г.О., д-р фіз.-мат. наук, професор

Метою цієї роботи є спроба виявлення реального стану розвитку технології світлотехнічного виробництва в Україні. В даний час технологічні процеси, що застосовуються при виготовленні світильників різного призначення, як нам здається, стали залежати від двох чинників. Перший фактор - це перехід існуючих модифікацій СП на нові, в яких враховується заміна джерел світла на їх більш енергоефективні

аналоги. Заміни, наприклад, ламп розжарювання на КЛЛ в світильниках місцевого освітлення (навіть з урахуванням однакового цоколя ламп) вносять певні зміни в конструкцію, що, в першу чергу, пов'язано з тим, що КЛЛ на відміну від ЛН істотно не нагріваються під час роботи, і, отже, питання теплового режиму роботи світильника якщо і не відходить на задній план, то в значній мірі втрачає свою актуальність. Отже, конструкційні рішення, пов'язані з оптимізацією теплового режиму роботи світильника стають недоцільними. Підтвердженням цього факту також є різке зниження застосування вертикально-щільних кокільних систем при виготовленні корпусів промислових світильників під ЛГВ високої потужності. Тут, однак, відсутність охолоджуючих ребер на конструкційних елементах пояснюється вже поступовим переходом від сплавів на основі алюмінію, таких як силумін, до полімерних матеріалів - реактопласти, успішно витримує теплові навантаження світильника. Тобто, перший фактор ми вважаємо позитивним, так як він пов'язаний з певним новаторством в технології і відображає позитивну складову її розвитку. Другий чинник пов'язаний з частковим вичерпанням ресурсів парку промислового обладнання України та зниженням технологічних можливостей підприємств. Судячи з світлотехнічної продукції, пропонованої на відповідних сайтах, більшість номенклатурних одиниць технологічно орієнтовані на спрощені конструкції, які не потребують особливих виробничих потужностей і не пов'язані з формоутворенням матеріалу "з нуля" (тобто без процесів складання шихти, приготування розплаву, без попередньої підготовки полімерного матеріалу - подрібнення, забарвлення, просушування, магнітної сепарації, без варіння скла і т. д). З'явилося безліч підприємств і фірм без "світлотехнічних коренів", які успішно просувають свою продукцію, використовуючи листові напівфабрикати, застосовуючи пресування, пневмо- і вакуум-формування. Особливого поширення в наші дні отримали екструдери, нагнітають прозору і непрозору полімерну масу в фільери, виготовлені під конкретне замовлення на потрібну геометрію полімерних листів. Цей фактор, що розвиває полімерні технології, на наш погляд є гнітючим для металургійного і холодноштамповочного виробництва, і, практично, убивчим для технологій, орієнтованих на виготовлення скловиробів (зараз для них головна і, практично, єдина ніша в технології виготовлення СП - це виробництво дорогих люстр і ексклюзивних декоративних світильників). Звичайно ж, формоутворення полімерів вигідно з точки зору зниження енерговитрат підприємства, і у інших матеріалів, що вимагають для обробки великих тисків і температур "немає шансів". Зазначені міркування

можуть лягти в основу дискусій по цьому напрямку і, можливо, принести певну користь.

МОНТАЖ ОСВІТЛЮВАЛЬНИХ УСТАНОВОК В ГРОМАДСЬКИХ БУДІВЛЯХ І СПОРУДАХ

Єнокан О.Р.

Науковий керівник – Литвинов О.Г., асистент

Спостерігаючи за роботою сучасних освітлювальних систем, я проаналізувала застосування новітніх технологічних рішень в системах освітлення та впровадження енергозберігаючих джерел світла, яких дозволить економити електричну енергію без шкоди інтересів споживачів і дасть можливість удосконалити якість освітлення.

Вивчивши уважно сучасне і ефективне рішення проблем у сфері освітлення, я звернула увагу на те, що в даний момент не проводяться будівельні роботи, які тимчасово призупинені та одночасно не постають проблемою для того щоб здійснювати модернізацію або монтаж в будівлях. Вони мають дуже низькі й старі якості проводки, світлових приладів, зоровий дискомфорт, шум і тривалий термін експлуатації, що являє собою дуже важливу роль, тому чому б не скористатися будівлями та спорудами (які потребують монтаж освітлювальних приладів), щоб забезпечити працездатність і покращення якості освітлення.

В Україні багато громадських будівель і споруд, які потребують заміну освітлювальних пристроїв, проводки(зношені кабелі та тривалу експлуатацію ОУ).

Вимоги до виробництва монтажу електроустановок, його норми і правила встановлюються «ПУЕ» і «СНиП».

Монтаж освітлювальних електроустановок виробляють за проектом, в якому наводяться світлотехнічний розрахунок, який дозволяє вирішити безліч важливих завдань:

- спроектувати систему освітлення, відповідну встановленим нормативам;
- підібрати ефективні світильники / джерела світла і супутнє обладнання;
- коректно розподілити освітлювальні прилади по території об'єкта;
- мінімізувати витрати на впровадження і експлуатацію освітлювальної системи.

Розрахунок за втратою напруги ведеться на підставі найменших витрат провідникових матеріалів (проводів, кабелів, шин тощо). На-

пруга у найбільш віддалених ламп повинна бути не менше 95% номінальної - для мережі аварійного, зовнішнього освітлення й 97,5% номінальної - для мережі робочого освітлення всередині приміщень промислових підприємств і прожекторних установок зовнішнього освітлення. Напруга при нормальному режимі повинна бути не більше 102,5% номінальної.

Живлення освітлювальних електропристроїв, до яких одночасно приєднані й силові споживачі (електродвигуни, електрозварювальні апарати та ін), здійснюється від окремих освітлювальних трансформаторів або від трансформаторів.

Рациональне освітлення робочого місця є одним з найважливіших факторів, що впливають на ефективність трудової діяльності людини, що попереджають травматизм і професійні захворювання.

Основна вимога, що пред'являється до освітлення являє собою забезпечення нормованих значень освітленості, які визначаються умовами зорової роботи, в тому числі:

1) розмірами предметів розрізнення, їх контрастом з фоном і коефіцієнтом відбиття фону;

2) наявністю доступних небезпечних для дотикання предметів (відкритих струмопровідних частин, неогорджених обертових частин машин і т. д.);

3) наявністю в полі зору світних поверхонь великої яскравості (електро - або газозварювання, розплав металу), що випромінюють світло розжарені оброблювані деталі, виробничі вогні.

Я хочу зауважити на тому, що у відомих конструкціях корпус є частиною зовнішнього вигляду освітлювального пристрою, тому для кожної моделі освітлювального пристрою потрібен особливий корпус. Це є серйозною проблемою. Виготовлення корпусів, які представляють собою суттєвий елемент конструкції освітлювального пристрою, є дорогим, тому необхідність виробляти особливий корпус для кожної моделі освітлювального пристрою повторно використаний після того, як період нормальної експлуатації освітлювального пристрою закінчиться.

Гарне освітлення в громадських і житлових будівлях створює сприятливі умови для роботи і відпочинку, почуття комфортності, бадьорого, гарного настрою.

МОДЕРНІЗАЦІЯ СИСТЕМ ОСВІТЛЮВАЛЬНИХ УСТАНОВОК В ГРОМАДСЬКИХ БУДІВЛЯХ І СПОРУДАХ

Опришко К.М.

Науковий керівник – Баландаєва Л.Г., асистент

Ця тема дуже актуальна для сучасної України. З метою реалізації потенціалу енергозбереження в Україні прийнято «Комплексну Державну програму енергозбереження» (КДПЕ), «Програму державної підтримки розвитку нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії» (НВДЕ), розроблені програми енергозбереження в кожній області, виконується ряд галузевих програм енергозбереження, здійснюється державне управління енергозбереженням. Давно вже відзначена низька ефективність енергозбереження вітчизняного виробничого комплексу. Ефективність енергозбереження означає раціональне використання енергетичних ресурсів, досягнення економічно доцільної ефективності використання існуючих енергетичних ресурсів при дійсному рівні розвитку техніки, технології та дотриманні вимог до навколишнього середовища. Освітлювальне обладнання в більшості адміністративних будівель сильно зношене, а освітленість вже тривалий час не відповідає сучасним нормам та стандартам. Метою дослідження являється модернізація освітлення – як один з мало затратних видів енергозберігаючих заходів. Заміна старих ламп на енергозберігаючі джерела світла призводить до економії витрат на електроенергію до 50%, а в деяких випадках і більше 50%. Модернізація освітлення приміщень і робочих місць виконується з урахуванням таких параметрів, як призначення об'єкта, співвідношення природного і штучного світла, навантаження на зір людини під час робочого процесу.

Відомо, що світильники повинні забезпечувати достатню кількість світла для ефективного і безпечного виконання поставлених завдань.

Вибір світильників відбувається в залежності від архітектурної особливості приміщень, загальних умов експлуатації (наявності пожежонебезпечних і вибухонебезпечних зон, хімічних елементів, вологи), вимог до якості освітлення в тій чи іншій зоні.

В першу чергу, установка сучасних світлодіодних світлових рішень забезпечує серйозну оптимізацію прямих витрат. Відбувається це за рахунок оптимізації вартості технічного обслуговування і витрат приблизно на 20%. По-друге, світло грає найважливішу роль в забезпеченні безпеки і комфортних умов для співробітників і дозволяє, за деякими оцінками, скоротити кількість нещасних випадків вдвічі. Ве-

ршиною прогресу сьогодні є інтегровані системи освітлення на основі світлодіодної технології

СВІТЛОДІОДНІ ФІТОЛАМПИ. ВПЛИВ РІЗНИХ ЧАСТИН СПЕКТРА НА РОЗВИТОК РОСЛИН

Крамської Р.В.

Науковий керівник – Гуракова Л.Д., канд. техн. наук, доцент

Фітолампи - це прилади, що компенсують недолік природного освітлення для різних рослин, які ростуть в домашніх або тепличних умовах. Фітолампи для рослин знаходять своє застосування не тільки в кімнатних і невеликих дачних парниках, а й у великих теплицях промислових масштабів. Освітлювальні прилади розглянутого типу можуть використовуватися для будь-яких видів рослин. Їх застосовують для вирощування сільськогосподарських культур, різних кімнатних і тепличних квітів і навіть для акваріумних примірників «зеленого світу».

Фіолетові і сині промені гальмують зростання стебел, листових черешків і пластинок, формують компактні рослини і більш товсті листи, що дозволяють краще поглинати і використовувати світло в цілому. Ці промені стимулюють утворення білків, органосинтез рослин, перехід до цвітіння короткоденних рослин, уповільнюють розвиток рослин довгоденних. Синьо-фіолетова частина спектра світла майже повністю поглинається хлорофілом, що створює умови для максимальної інтенсивності фотосинтезу. Найважливіші промені для рослин - помаранчеві (620-595 нм) і червоні (720-600 нм). Ці промені поставляють енергію для процесу фотосинтезу, а також «відповідають» за процеси, що впливають на швидкість розвитку рослини. Наприклад, пігменти з піком чутливості в червоній області спектра відповідають за розвиток кореневої системи, дозрівання плодів, цвітіння рослин.

Активний розвиток світлодіодних джерел світла та подальше вивчення впливу різних частин спектра на ріст і розвиток рослин відкриває нові можливості для вирощування рослин в умовах закритого ґрунту і в гідропонних установках.

СВІТЛОВЕ ЗАБРУДНЕННЯ

Красношанка К.І.

Науковий керівник – Васильєва Ю.О., канд. техн. наук, доцент

Майже у всіх населених пунктах вечірній і нічний освітлення вулиць стало звичним і необхідним. Вуличне освітлення вирішує відразу

кілька важливих завдань: безпека пішоходів і руху автотранспорту; зниження злочинності; освітлення фасадів будівель, храмів і церков, пам'яток, надбань народної культури.

Проте, у вуличного освітлення є негативні властивості. Світло, що потрапляє у вікна будинків, заважає людям спати, що надає згубний вплив на самопочуття людини і може викликати безсоння. Штучне освітлення впливає на вироблення мелатоніну, що збільшує ризик захворювання на рак. Також вуличне освітлення має вплив на природу і екосистеми - інтенсивне вуличне освітлення чинить негативний вплив на рослини і тварин. У рослин порушується добовий ритм, вони починають скидати листя пізніше, ніж варто було б. Яскраве світло заважає птахам мігрувати. Вуличне освітлення є причиною втрати енергії - частина світла, спрямована вгору, йде в атмосферу і марнується. Виходить, що ми витрачаємо енергію не тільки на освітлення поверхні Землі, а й на висвітлення атмосфери. Тобто частина енергії витрачається нами в порожню.

Засвічення атмосфери заважає людям спостерігати зоряне небо і перешкоджає астрономічним дослідженням.

Усі ці аспекти слід враховувати при проектуванні вуличного освітлення. При проектуванні освітлення необхідно використовувати комплексний підхід, так як різні зони освітлення (проїжджа частина, сквери, пішохідні переходи, зони активного відпочинку) взаємно впливають один на одного. Для обліку взаємного впливу необхідно використовувати комплексне проектування освітлення з застосуванням комп'ютерних технологій. Також слід ввести стандарті з урахуванням класів світильників, за рівнем вертикальної засвітки.

ДОСЛІДЖЕННЯ ДИСКОМФОРТУ ПРИ НОРМУВАННІ ПРОМИСЛОВОГО ОСВІТЛЕННЯ

Мудраченко Н.Ю.

Науковий керівник – Васильєва Ю.О., канд. техн. наук, доцент

Можливість людини орієнтуватися у просторі, здійснювати фізіологічні функції, виконувати різні види робіт залежить від виду і якості освітлення навколишнього середовища.

Освітлення робочого приміщення безпосередньо впливає на продуктивність праці. Погане освітлення погіршує умови роботи і на якість продукції, а також негативно впливає не тільки на психіку фахівця, але і на його здоров'я. Недостатня освітленість робочої зони призводить до збільшення навантаження на органи зору, а крім того, підвищує ризик отримання травм. Саме з цих причин освітлення на výro-

бництві регламентується певними нормами і правилами, які закріплені у ДБН.В.2.5-28-2006 "Природне і штучне освітлення".

Нормативні значення штучного освітлення при робочому освітленні встановлюються в залежності від точності і складності зорової роботи. Точність зорової роботи визначається розміром і контрастом з фоном до тест-об'єкта (об'єкта розрізнення). Розмір об'єкта розрізнення в національних нормативах розвинених країн визначається в кутових одиницях (в градусах або стерadianах).

Об'єднаний показник дискомфорту UGR характеризує ступінь незручності або напруженості при наявності в поле зору джерел підвищеної яскравості. Для його розрахунку необхідно знати чотири параметри: яскравість світильника в напрямку спостерігача, яскравість навколишнього простору, тілесний кут світяться частин і індекс позиції світильника.

Дослідження полягає у створенні віртуального експерименту у програмі DIALux проектування освітлювальної установки промислового приміщення з підвищеними вимогами до зорових робіт. При створенні освітлювальної установки буде виконано декілька прикладів з використанням світлодіодних та індукційних джерел світла. Після проведення аналізу та порівняння кожного прикладу буде запропоновано конкретний проект освітлювальної установки.

Метою віртуального експерименту є визначення найбільш сприятливих умов і надання рекомендацій розміщення світлових приладів, різної потужності, а також світлової температури.

ОХОЛОДЖЕННЯ СВІТЛОДІОДІВ

Решітник А.О.

Науковий керівник – Колесник А.І., асистент

У сучасній напівпровідниковій світлотехніці досить явно простежується тенденція переходу до світлодіодного освітлення. Розвиток безпосередньо пов'язано з технологічним вдосконаленням світильників на основі світлодіодних кристалів.

Ключовим моментом заміни традиційних газорозрядних ламп, які на сьогодні найбільш поширені у вуличному освітленні, на світлодіодні джерела світла є суттєва економія електроенергії.

Головні проблеми, що зупиняють масове впровадження цих найперспективніших джерел світла, на сьогодні є:

- перше це - висока початкова вартість освітлення пристроїв на світлодіодах, але витрати, необхідні при експлуатації значно менші конкурентних джерел освітлення і протягом року окупаються;

- другою проблемою досі залишається відведення тепла потужних світлодіодів.

Організація теплового менеджменту для потужних світлодіодних джерел світла – це поточне питання у вирішенні підвищення ефективності та строку придатності світильників сьогодення. Світлодіодний світильник, а саме кристал світлодіода, у робочому режимі виділяє багато теплової енергії, цим і пов'язан з необхідністю ефективного охолоджувача.

Світлодіодною матрицею, тобто LED-кристалом виділяється тепловий потік. Більша його частина ($>90\%$) передається на його металеву підложку за рахунок теплопровідності. Лише 5% тепла випромінюється у вигляді теплового потоку. На сьогодні ці показники значно різняться, із зростанням ефективності світлодіодів, і вже можна спиратись на відношення 50 на 50.

З протилежною точністю виділяється тепло від звичайних ламп розжарювання та газорозрядних ламп: 90% - випромінюванням, 5% - теплопровідністю (в цоколь).

Це означає, що напрацьовані десятиліттями технічні рішення з підтримки теплового режиму звичайних ламп абсолютно не прийнятні при проектуванні LED-світильників.

Саме тому, виникає питання ефективної оптимізації теплового режиму світильника в цілому – від напівпровідникового кристалу до корпусу.

ПРОЕКТУВАННЯ ОСВІТЛЮВАЛЬНОЇ УСТАНОВКИ В СЕРЕДОВИЩІ ПРОГРАМ AUTOCAD І DIALUX

Мацегор А.В.

Науковий керівник – Колесник А.І., асистент

У колишні роки таїнство розрахунку освітлення було підвладне лише деяким, що володіють різноманітними графіками, таблицями та діаграмами. Це був досить складний і тривалий процес, до того ж схильний до значного впливу «людського фактора», а простіше кажучи, помилок і упущень на всіх етапах розрахунку.

На щастя, розвиток систем САПР не оминув і світлотехніку, завдяки чому вже в 90-і роки минулого століття існувало безліч безкоштовних програм для швидкого і ефективного розрахунку і планування освітлення. Стандартом в цій області став чудовий пакет DiaLux від німецької компанії DIAL GMBH. З моменту, як він став поширюватися безкоштовно на початку 2000-х років, іншим програмним продуктам (в

тому числі і безкоштовним) конкурувати з ним стало практично неможливо.

Розвиток комп'ютерних технологій дає змогу використовувати при проектуванні освітлення програми Autocad та Dialux у комплексі. Креслення у форматі Autocad (DWG і DXF) імпортуються в Dialux як підкладка, яку зручно використовувати при розташуванні світлових приладів та розрахунку освітленості. Підкладка є хіба що допоміжним шаром щоб на його основу нанести стандартні об'єкти Dialux. Після завершення проектування є можливість експортувати геометрію приміщень, елементи приміщень, світильники і меблі в рисунок CAD для редагування і оформлення кінцевого креслення проекту. Для того, щоб правильно скористатися програмами і отримати від них корисні, адекватні результати, від користувача вимагається не тільки базова комп'ютерна грамотність і вміння освоювати нові програми, але і певні знання зі світлотехніки.

ШТУЧНЕ ОСВІТЛЕННЯ

Прядко М.О.

Науковий керівник – Баландаєва Л.Г., асистент

Важливим елементом інтер'єру є світло і освітлення. Штучне освітлення в приміщеннях виконує утилітарну й естетичну функції. Утилітарна функція визначається гігієнічними нормами, що забезпечують нормальну зорову працездатність людини. Естетична функція визначається архітектурно-художніми вимогами. Штучне освітлення виявляє і підкреслює внутрішній простір і тектонічну систему, масштабістність інтер'єру, забезпечує єдність стилістичного вирішення за допомогою форм світильників і їхнього світлорозподілу.

Рівень освітленості приміщення визначає його комфортність, що залежить від обраного прийому освітлення. Сучасні принципи устаткування штучного освітлення залежать від об'ємно-просторового вирішення приміщення і його функцій. Функції приміщення впливають на вибір прийому освітлення, що визначає види джерел світла і світильників, їхній світлорозподіл і місце розташування, декоративність і систему освітлення. У приміщеннях санаторію можуть використовуватися як загальні, так і місцеві системи освітлення.

Виконуючи утилітарне призначення, штучне освітлення бере участь одночасно в загальній композиції інтер'єру. Освітлення впливає на зорову оцінку інтер'єру - сприйняття його просторового і планового вирішення. Роль світла як художнього засобу особливо велика в архі-

текстури інтер'єру настільки складного комплексу, якими є приміщення громадського призначення санаторіїв.

Вирішальне значення для художньої і психологічної оцінки штучного освітлення мають такі фактори: насиченість приміщення світлом, яскравість поверхні та її розподіл.

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ОСВІТЛЕННІ

Лука'нов Б.В.

Науковий керівник – Діденко О.М., канд. техн. наук, асистент

У всьому світі спостерігається інтерес до розвитку та впровадження енергоефективних технологій у всіх галузях промисловості та видах діяльності людини. Насамперед, це обумовлено скороченням видобутку паливо-енергетичних копалин та гострою необхідністю покращення екологічного стану в світі. Не винятком став енергетичний сектор, в якому передбачено економію електричної енергії.

В Україні на освітлення витрачається близько 15 % (27 млрд. кВт×год) електроенергії в рік. Якщо на душу населення, то це як і в розвинутих країнах світу, але при вкрай неефективному її споживанні. Так, річні рівні світло-споживання в Україні складають приблизно 42 Млм×год/люд., в той час як в США – 100-110 Млм×год/люд. Це обумовлено великою часткою низькоефективних джерел світла (35 % ЛР, проти 20 % у західних країнах) та малою часткою енергоефективних напівпровідникових джерел світла (НДС) в секторі суспільних і адміністративних будівель.

Основний потенціал енергозбереження в освітлювальних установках лежить у підвищенні ефективності перетворення електричної енергії в світлову. Основні фактори, що впливають на споживання енергії освітлювальної установки, при заданих нормах освітлення включають наступні:

- проект схеми освітлення, спільне використання природного та штучного освітлення;
- зовнішній вигляд та облицювання (збільшення коефіцієнтів відбиття поверхонь приміщень);
- світлова віддача лампи;
- ефективність світильника;
- правильне використання вимикачів та регуляторів;
- використання стартерних пускорегулювальних пристроїв при освітленні люмінесцентними лампами;
- вибір схеми розміщення світильників;
- автоматичне регулювання освітлення;

- чистота вікон для повного використання природного освітлення. Впровадження нових джерел світла, використання світильників з високим ККД, використання конструкцій відбиваючої арматури і раціональних схем освітлення дозволяють в багатьох випадках різко підвищити ефективність електроосвітлювальних установок, збільшити освітленість робочих місць, досягнути реальної економії електроенергії

СВІТЛОВИЙ ОБРАЗ МІСТА

Кіндінова А.К.

Науковий керівник – Діденко О.М., канд. техн. наук, асистент

Світло впливає на більшість аспектів людського життя, включаючи архітектурне оточення. Життя сучасного міста неможливе без штучного освітлення.

«Світовий дизайн» сьогодні - це проектування і створення штучного світлового середовища з урахуванням взаємодії світла з архітектурною формою.

Існують об'єктивні причини затребуваності світлового дизайну міста:

1. Естетичні якості архітектури і навколишнього середовища оцінюються, головним чином, по зоровим враженням, можливим лише при наявності освітлення.

2. Зорове сприйняття архітектурної та дизайнерської форми у всіх її категоріях (простір, обсяг, пластика, колір) залежить не тільки від її особливостей, а й від якості освітлення.

3. Ланцюгова реакція в освітленні всіх міст світу (йде змагання на масштаб, кращий зразок або стиль освітлення).

4. Висока якість освітлення соціально і економічно рентабельно. При цьому, якісне освітлення скорочує травматизм, збільшує швидкість руху транспорту, зменшує злочинність, вандалізм, підвищує екологічну безпеку, підвищує доходи від вечірнього туризму, сприяє бурхливому розвитку світлотехнічної галузі, при цьому підвищується соціальний престиж міста.

5. Штучне світло стає все більш ємним і мобільним носієм інформації, без якої немислимий прогрес людської цивілізації.

Освітлення міських просторів, здійснюють за типами відповідно до функціонального призначення територій.

Виділяють: простір спілкування, простір пішохідного руху, простір відпочинку.

З'являється потреба у нових фахівцях - світлодизайнерів. Це люди, майстерно володіють технологій освітлення як інструментом мис-

тецтва, і використовують його в дизайні міського середовища. Вони створюють естетико-технічну культуру освітлення.

Для створення сучасного професійного зовнішнього освітлення міського середовища світлодизайнери повинні враховувати різні вимоги і умови - такі як, психологічне сприйняття нічного міста, безпеку, захищеність і вільну орієнтацію в просторі, виявлення своєрідності міста, ідентифікації міського простору та інше.

ПРОБЛЕМИ ОСВІТЛЕННЯ СПОРТИВНИХ СПОРУД

Скалига А.Ю.

Науковий керівник – Васильєва Ю.О., канд. техн. наук, доцент

Освітлення будь-якого спортивного об'єкта передбачає створення унікального проекту освітлення, яке враховує безліч факторів, від виду спорту і площі приміщень, до умов експлуатації спортивного об'єкту та кількості глядачів. Правильне освітлення дає можливість спортсменам показувати високі результати, а глядачам бачити те, що відбувається на спортивній арені до найдрібніших деталей. Так само не варто забувати, що для проведення телетрансляції змагань високої чіткості (HDTV) якісне освітлення є основоположним, воно жорстко регламентовано Міжнародним олімпійським комітетом (МОК) і Міжнародною федерацією футболу (ФІФА).

Крім мінімальної освітленості при проектуванні освітлення спортивного майданчика необхідно стежити і його за рівномірністю. Ще одним нормованим параметром в освітленні спортивних об'єктів є колірна характеристика джерел світла. Всі штучні джерела світла прагнуть повторити спектр сонячного випромінювання. Для оцінки передачі кольорів штучним джерелом світла існує параметр індексу передачі кольору. У ЛН значення цього індексу дорівнює 100, всі газорозрядні лампи мають менше значення. Для спортивного освітлення значення індексу передачі кольору має бути не менше 65. Залежно від рівня спортивних заходів на об'єкті вимоги до нього можуть підвищуватися. Наприклад на змаганнях з телевізійною трансляцією кольору повинна бути не менше 90%. Таким чином для спортивних споруд регламентуються показники освітленості, нерівномірності освітлення, показник дискомфорту, коефіцієнт пульсації і індекс передачі кольору.

Створення штучного освітлення для таких великих спортивних споруд як футбольні або олімпійські стадіони, баскетбольні або волейбольні майданчики, іподроми, велотреки, гоночні траси і гірськолижні схили, здійснюється за допомогою прожекторів, оснащених металогалогенними лампами і світлодіодними модулями.

На даний момент складно якісно і недорого виконати освітлення стадіону світлодіодними приладами. Вартість такого підсвічування багаторазово перевищуватиме аналогічне виконання на газорозрядних лампах. Але при одних і тих же світлових характеристиках світлодіодне обладнання споживає на 70% менше електроенергії. З огляду на зростання цін на електроенергію в результаті ми отримаємо суттєву економію. Розрахунки на основі реальних проектів показують, що в середньому термін окупності світлодіодного обладнання на спортивних об'єктах становить 2 роки. Нові спортивні об'єкти ще на стадії будівництва вимагають значних потужностей від живлячих електричних мереж. Але часто мережі перевантажені і для задоволення потреб нового об'єкта потрібна установка дорогих трансформаторних підстанцій. Використання світлодіодів в спортивному освітленні заощаджує на електропостачанні. Традиційні для спортивного освітлення галогенові світильники і люмінесцентні лампи в реальних умовах вимагають частих заміन через не довгий термін служби, пошкодження ламп від попадання м'ячами і т.д. Термін служби світлодіодних світильників становить до 50 000 год, що дорівнює приблизно 10 рокам експлуатації. А механічна міцність світлодіодних світильників на порядок більше будь-яких інших видів освітлювальних приладів.

Отже можна зробити висновки, що зміна старої освітлювальної установки потребує великих фінансових вкладень. Але світлодіодне освітлення має значні переваги. Крім того має можливість по створенню світлодинамічного шоу, наприклад під час концертів, які можуть проходити на спортивних майданчиках.

ОСВІТЛЕННЯ ОСОБЛИВО ВАЖЛИВИХ ОБ'ЄКТІВ МІСЬКОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ

Камбаліна А.К.

Науковий керівник – Говоров П.П., д-р техн. наук, професор

Актуальність проблеми обумовлена зростаючим дефіцитом паливних і енергетичних ресурсів, що обумовлюють зростання тарифів на електричну і теплову енергію. Це пов'язано з дефіцитом традиційних енергетичних ресурсів (вугілля , газ, нафта) і потребою в нетрадиційних, особливо поновлюваних джерелах енергії. До таких відносяться: сонячна енергія, енергія повітря, енергія надр землі і тд. . Проте їх застосування обмежено їх недостатнім об'ємом, зосередженістю в часі і просторі, що робить необхідним пошук нових шляхів вирішення вказаної проблеми.

Метою роботи є підвищення енергоефективності житлових та офісних будівель. Для досягнення цієї мети необхідно вирішити наступні завдання:

1. Підвищення енергетичної ефективності систем освітлення на основі регулювання інтенсивності світла для різних часових інтервалів та роду робіт.

2. Підвищення енергетичної ефективності систем тепло- та електропостачання будівель за рахунок використання нетрадиційних джерел енергії.

ЕНЕГРОАКТИВНА БУДІВЛЯ

Малік А.І.

Науковий керівник – Говоров П.П., д-р техн. наук, професор

Низька ефективність роботи освітлювальної установки особливо важливих об'єктів внаслідок використання малоефективних джерел живлення, джерел світла та системи управління ними, а також неповним обліком впливу цієї освітлювальної установки на людину, її стан організму та працездатність в цілому обумовлюють необхідність розробки комплексу заходів щодо її підвищення. На даний момент для живлення електроенергією диспетчерського пункту використовують переважно мережі електросистем, причому, як в якості основного джерела живлення, так і в якості додаткового, що тим самим призводить до зниження ефективності та надійності електропостачання.

Метою роботи є підвищення ефективності роботи особливо важливих об'єктів. Для досягнення цієї мети необхідно вирішити наступні основні завдання:

1. Підвищення енергоефективності систем освітлення на основі регулювання інтенсивності світла для різних часових інтервалів та ряду робіт, що виконуються.

2. Підвищення світлотехнічної ефективності освітлення за рахунок покращення якості освітлення шляхом регулювання спектра випромінювання на добовому інтервалі та створення тим самим найбільш комфортних умов для праці а відпочинку персоналу, підвищення якості продуктивності праці.

ЕЛЕКТРОМАГНІТНО СУМІСНА ПЕРЕТВОРЮВАЛЬНА СИСТЕМА АЛЬТЕРНАТИВНОЇ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ З ФУНКЦІЄЮ БЕЗПЕРЕБІЙНОГО ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ

Берчук І.В.

Науковий керівник – Тугай Д.В., д-р техн. наук, доцен

Економія електричної енергії та ресурсів, необхідних для її виробництва, є одним із пріоритетних завдань не тільки в рамках енергетичної галузі, але також і на загальнодержавному рівні. Величезний резерв економії міститься у використанні відновлюваних джерел енергії, а також прогресивних технологій у виробництві і розподілі електричної енергії. Одним з перспективних напрямків розвитку сучасної енергетики є розробка і промислове використання електростанцій на основі альтернативних джерел енергії. Перш за все, необхідно відзначити сонячні електростанції на базі фотоелектричних батарей і вітрові електростанції. Відповідно підписаних Українським урядом міжнародних домовленостей доля електроенергії, що виробляється альтернативними джерелами енергії, в загальній генерації у 2020 році повинна складати 20%. Високими темпами розвивається також мала енергетика, яка використовує в якості джерела енергії паливні елементи. Електростанції на основі паливних елементів застосовуються, перш за все, в якості джерел безперебійного живлення для підвищення надійності електропостачання відповідальних споживачів. Якісні зміни, що відбуваються в енергетиці, привели до формування нова концепція її розвитку, що отримала назву Smart Grid, «розумна» або «інтелектуальна» мережа.

Оскільки альтернативні електростанції не можуть бути виконані без використання пристроїв силової електроніки, можна стверджувати, що існує актуальна проблема: розробка енергоефективних перетворювальних систем, що забезпечують гнучкий зв'язок між відновлюваним джерелом енергії, електричною мережею і споживачем. В роботі запропоновано перетворювальну систему на основі компенсованого керуваного випрямляча і силового активного фільтра для підключення розподіленого джерела енергії до електричної мережі і споживача. Запропонована перетворювальна система, що має близький до одиниці коефіцієнтом потужності, дозволяє забезпечити нульову або задану величину реактивної потужності на виході електростанції при синусоїдальній формі мережевого струму. Крім того, за рахунок можливості окремих елементів силової схеми перетворювача виконувати кілька функцій, розподілена електростанція забезпечує гарантоване електропостачання відповідального навантаження в аварійних режимах роботи мережі без додаткового силового обладнання.

ТЕХНІЧНІ ЗАСОБИ ПІДВИЩЕННЯ БЕЗПЕКИ ПРИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ МЕРЕЖ НАПРУГОЮ 0,4 кВ

Біленький О.С.

Науковий керівник – Єгоров О.Б., канд. техн. наук, доцент

Питання безпеки експлуатації однофазних мереж напругою до 1 кВ є дуже важливим для повсякденного життя людей. В Україні показник смертності від нещасних випадків при ураженні електричним струмом втричі вище, ніж в країнах Європейського Союзу і в інших розвинених країнах світу. Застосування трифазно-однофазних мереж 10/0,23 кВ вимагає розгляду безпечного пристрою, в першу чергу, однофазних мереж. Це пов'язано з тим, що однофазні мережі є найбільш небезпечними з точки зору ураження електричним струмом, оскільки вони максимально наближені до жителів населених пунктів, що в переважній більшості не володіють знаннями з електробезпеки.

Для розгляду запропоновано пристрій захисного відключення, що містить диференційний трансформатор струму, до вторинної обмотки якого підключено реле, що впливає на автоматичний вимикач, причому через вікно осердя диференційного трансформатора проходять належні до первинної обмотки фазні проводи лінії електропередач (ЛЕП), перші два послідовно з'єднаних конденсатора підключені одними своїми контактними виводами до фазних проводів лінії до диференційного трансформатора і другі два послідовно з'єднаних конденсатора приєднані одними контактними виводами до фазних проводів в кінці лінії.

Проведено розрахунок параметрів пристрою захисту лінії (ПЗЛ) і його моделювання в фазних координатах з використанням 2К-поліосніків. Математична модель ПЗЛ в фазних координатах дозволяє обчислювати струми в фазних провідниках ЛЕП, а також диференційний струм в землі в робочих і аварійних режимах

ТВЕРДОТІЛЬНИЙ ТРАНСФОРМАТОР – РОЗУМНЕ ДЖЕРЕЛО ЖИВЛЕННЯ ДЛЯ СИСТЕМИ РОЗПОДІЛЕНОЇ ГЕНЕРАЦІЇ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ

Єлісеєнков А.О.

Науковий керівник – Тугай Д.В., д-р техн. наук, доцент

Розвиток сучасної електроенергетики пов'язаний з технічною реалізацією концепції Smart Grid, як напряму створення нових адаптивних видів електричних мереж, інтегрованих в єдину енергетичну систему. На відміну від традиційної структури системи електропостачан-

ня, Smart Grid обумовлює створення мікромереж, в яких змінюється фактична роль споживача з «пасивної» на «активну» для більш ефективного використання можливостей альтернативної енергетики, підвищення енергетичної надійності, екологічності і незалежності від енергопостачальних компаній.

У відповідності до цього створення нового класу електромереж потребує розробки і впровадження сучасного силового електротехнічного обладнання – твердотільних трансформаторів (Solid State Transformer (SST)). Використання традиційних електромагнітних трансформаторів не забезпечує вирішення задач з впровадження Smart Grid, оскільки їх функціональні можливості обмежені лише змінюванням значення амплітуди вторинної напруги. Твердотільні трансформатори, окрім електромагнітної частини (високочастотних трансформаторів) мають напівпровідникові перетворювачі, виконані на потужних транзисторних або тиристорних модулях, а також інтелектуальні електронні блоки, що дозволяє більш ефективно керувати навантаженнями, оптимізувати електроспоживання на об'єктах і забезпечити живлення споживачів як на змінній так і на постійній напрузі, під'єднати до мережі альтернативні джерела, накопичувати електричну енергію в часи мінімального споживання.

ВІТРОЕНЕРГЕТИКА – АЛЬТЕРНАТИВА ТРАДИЦІЙНІЙ ЕНЕРГЕТИЦІ УКРАЇНИ

Коваль О.М., Корець Д.Є.

Науковий керівник – Сабалаєва Н.О., канд. техн. наук, доцент

Характерною рисою розвитку сучасної енергетики провідних країн світу є дедалі активніше залучення відновлюваних джерел у процес виробництва електроенергії. Про це свідчить той факт, що щорічні плани зі зростання потужностей відновлюваних джерел енергії останніми роками реалізуються із випередженням, у першу чергу через економічну доцільністю їх використання.

Перше місце у світі серед установок з відновлюваними джерелами посідають вітроенергетичні установки, що зумовлене широким розповсюдженням енергії повітряного потоку і його невичерпним потенціалом. Крім того, значні успіхи у інженерному конструюванні вітроагрегатів дозволяють все далі підвищувати ККД таких установок та робити їх конструкцію все більш енергоефективною. Отже, не дивно, що провідні країни світу планують до 2030 р. довести долю вітроенергетики до 15% (Китай), і навіть до 50% (Данія).

Якщо в цивілізованому світі розвиток вітроенергетики пов'язаний великою мірою зі шкідливою дією викидів паливної енергетики та неминуchoю вичерпністю копалин, то в Україні розвиток вітроенергетики пов'язаний з економічною «газовою» залежністю, великою собівартістю вугільної промисловості та потенційною небезпечністю установок атомної енергетики.

Отже, поєднання вдалих інженерних рішень при конструюванні вітроустановок, застосування напівпровідникових перетворювачів енергії та раціональної схеми паралельної роботи з існуючою енергосистемою відкриває широкі перспективи для виходу вітчизняної енергетики з кризи

АНАЛІЗ РОЗВИТКУ ВІДНОВЛЮВАЛЬНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ У СВІТІ ТА ОСОБЛИВОСТІ ЇЇ ВПРОВАДЖЕННЯ НА ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ

Велижанина Т.М., Косарєва І.В.

Науковий курівник – Котелевець С.В., асистент

Сьогодні енергетика знаходиться на порозі нової стадії розвитку, основними тенденціями якого повинні стати якісне зростання в областях генерації та споживання електроенергії, а також подальша глобалізація та одночасна регіоналізація енергетики. Нові технології, масова комп'ютеризація, збільшення потреб у розрахункових потужностях, збільшені вимоги до швидкості інтернет з'єднання, та стрімкий розвиток електромобілів все це призвело до зростання загального енергоспоживання в провідних країнах світу і Україна не є винятком. У зв'язку з досягненням критичної відмітки парникового газу в атмосфері Землі, постійним зростанням цін на традиційні енергетичні ресурси та їх вичерпністю забезпечувати подальше зростання енергетичних потреб не є доцільним. Саме в цей момент нам на допомогу приходить використання відновлювальної енергетики.

Від того, наскільки та чи інша держава готова враховувати ці світові тенденції, наскільки розумно і своєчасно вона готова перейти на якісно нову енергетику, безпосередньо залежать її економічні перспективи.

В даній роботі було проведено аналіз розвитку відновлювальної енергетики, розглянуто цінову політику, перешкоди та стимулюючі програми провідних країн. На основі метеорологічних даних виконано прогнозування, що до впровадження відновлювальної енергетики на території України.

МОДЕЛЬ ДОСЛІДЖЕННЯ НЕСИМЕТРИЧНОГО РЕЖИМУ ЕЛЕКТРОСПОЖИВАЧІВ У ЧОТИРИПРОВІДНИХ МЕРЕЖАХ

Положенцев К.О.

Науковий керівник – **Охріменко В.М., канд.техн.наук, доцент.**

Чотирипровідні розподільні електричні мережі отримали широке розповсюдження в системах електроспоживання міст і промислових підприємств. Їхньою основною перевагою є можливість забезпечення електричною енергією як трифазних, так і однофазних споживачів. Система електропостачання забезпечує подачу споживачам напруги симетричної за фазами. Але електроспоживачі, в силу великої питомої ваги однофазного навантаження і його випадкового характеру, порушують симетрію трифазної системи, що призводить до додаткових втрат як в системі електропостачання, так і в системі електроспоживання. Одним з актуальних є завдання аналізу несиметричного режиму як на етапі проектування розподільних чотирипровідних мереж, так і при їхній експлуатації.

Метою даної роботи було розроблення моделі чотирипровідної системи електроспоживання для дослідження несиметричних режимів і розрахунків припустимих параметрів несиметрії навантаження.

На рисунку 1 наведено схему моделі, для розрахунку режимів якої використано метод симетричних складових.

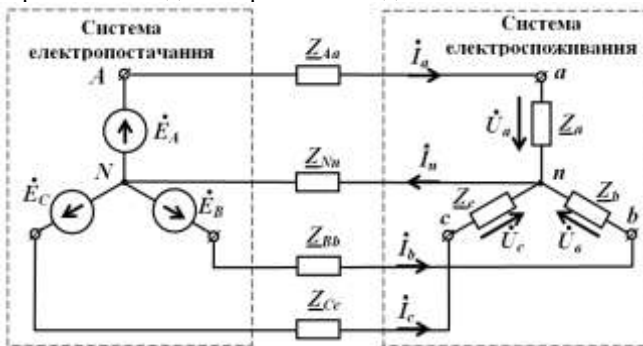


Рисунок 1 – Розрахункова схема моделі

Вихідні дані для розрахунку: ЕРС джерела живлення $\dot{E}_A, \dot{E}_B, \dot{E}_C$; опори лінії живлення: $\underline{Z}_{Aa}, \underline{Z}_{Bb}, \underline{Z}_{Cc}, \underline{Z}_{Nn}$; опори фаз споживача $\underline{Z}_a, \underline{Z}_b, \underline{Z}_c$. Режим роботи електроспоживача розраховується за відомими співвідношеннями [1]. Послідовність розрахунку.

$$\text{Напруга зміщення нейтралі: } \dot{U}_{Nn} = \frac{\dot{E}_A \underline{Y}_{a\Sigma} + \dot{E}_B \underline{Y}_{b\Sigma} + \dot{E}_C \underline{Y}_{c\Sigma}}{\underline{Y}_{a\Sigma} + \underline{Y}_{b\Sigma} + \underline{Y}_{c\Sigma} + \underline{Y}_{Nn}}.$$

Струм у фазі a електроспоживача:

$$\dot{I}_a = (\dot{U}_A - \dot{U}_{Nn}) (\underline{Y}_{Aa} + \underline{Y}_a)$$

Струми у фазах b і c розраховуються за аналогічними формулами.

Напруги на фазах споживача \dot{U}_a , \dot{U}_b і \dot{U}_c розрахуємо із співвідношень закону Ома.

Далі розраховуються симетричні складові [1] напруги:

$$\begin{aligned} \dot{U}_1 &= \frac{1}{3} (\dot{U}_a + a \dot{U}_b + a^2 \dot{U}_c); \quad \dot{U}_2 = \frac{1}{3} (\dot{U}_a + a^2 \dot{U}_b + a \dot{U}_c); \\ \dot{U}_0 &= \frac{1}{3} (\dot{U}_a + \dot{U}_b + \dot{U}_c). \end{aligned}$$

За даними напруг і струмів отримаємо потужності фаз споживача:

$$\tilde{S}_a = \dot{U}_a \cdot \dot{I}_a^*, \quad \tilde{S}_b = \dot{U}_b \cdot \dot{I}_b^*, \quad \tilde{S}_c = \dot{U}_c \cdot \dot{I}_c^*.$$

Припустивши, що система електроспоживання має лінійні параметри, можна вважати, що $U_{1(1)} = U_1$, $U_{2(1)} = U_2$, $U_{0(1)} = U_0$. Тоді можемо розрахувати коефіцієнти несиметрії напруг за зворотною і за нульовою послідовностями

$$K_{2U} = U_2/U_1; \quad K_{0U} = \sqrt{3}U_0/U_1.$$

Задаючи діапазон зміни параметрів складових опорів фаз споживача електричної енергії ($Z = R \pm jX$) отримаємо шукані залежності:

$$\begin{aligned} \text{коефіцієнтів несиметрії } K_{2U} &= f(Z_a, Z_b, Z_c); \quad K_{0U} = f(Z_a, Z_b, Z_c); \\ \text{втрат потужності в лінії живлення } \Delta P &= f(Z_a, Z_b, Z_c); \quad \Delta P = f(K_{2U}, K_{0U}); \\ \text{втрат потужності в фазах споживача } \Delta P_{\text{сп}} &= f(Z_a, Z_b, Z_c); \quad \Delta P_{\text{сп}} = f(K_{2U}, K_{0U}); \\ \text{коефіцієнта потужності } \cos \varphi &= f(Z_a, Z_b, Z_c); \quad \cos \varphi = f(K_{2U}, K_{0U}). \end{aligned}$$

Висновки. Наведені співвідношення дозволяють провести дослідження несиметричних режимів роботи електроспоживача, дослідити припустимі границі зміни активних і реактивних складових навантажень фаз, виконати оцінку додаткових втрат електричної енергії.

1. Основы теории цепей : учебн. для вузов / Г. В. Зевеке, П. А. Ионкин, А. В. Нетушил, С. В. Страхов. – Москва, «Энергия», 1975. – 752 с.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ КЛИМАТИЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ НА ПРОВОДА ЛЕП

Тетерев В.О.

Науковий керівник – Рой В.Ф., д-р техн. наук, професор

Актуальність роботи полягає в необхідності вирішення проблеми

забезпечення надійної роботи високовольтних ЛЕП в умовах дії небезпечних атмосферних факторів, що вкрай негативно впливають на її робото здатність.

Метою роботи є дослідження і аналіз причин пошкодження і відмов елементів повітряних ліній електропередач (ЛЕП) під дією різноманітних факторів зовнішнього середовища, удосконаленню методики визначення поточного стану конструкцій і елементів ЛЕП з врахуванням різних типів ушкоджень, насамперед виникаючих під дією статичних і динамічних навантажень, з метою запобігання аварійних відключень систем електропостачання, що призводять до великих народногосподарчих втрат, обумовлених простоями технологічного устаткування і робочої сили, псуванням сировини і матеріалів, недо-випуском продукції.

Об'єктом дослідження є динамічні процеси що відбуваються в проводах ліній електропередач, під дією ожеледно-вітрових навантажень, паморозі та коливань температури зовнішнього середовища.

Предметом дослідження є високовольтні ЛЕП напругою 110-750 кВ, що розташовані в шости кліматичних зонах України і підлягають дії небезпечних факторів зовнішнього середовища.

Наукова новизна полягає у тому, що на основі обробки численних статистичних даних щодо відмов систем електропостачання, отриманих за великий проміжок часу на ЛЕП різних класів напруг, що знаходяться в різних кліматичних зонах, запропоновані аналітичні вирази, за допомогою яких можна розрахувати необхідні заходи найбільш ефективного застосування пристроїв для запобігання негативній дії факторів зовнішнього середовища на системи електропостачання. Особливу увагу в роботі приділено дослідженню явищу «пляски» проводів, що спричиняє серйозні ушкодження та аварії на ЛЕП. Наявні дані свідчать, що до 90% випадків «пляски» призводять до порушень режиму роботи ЛЕП або ушкоджень їх елементів, причому тільки 30% порушень обмежуються короткочасними відключеннями і не супроводжуються перебоями в роботі ліній тривалістю від декількох годин до декількох діб. У більшості випадків ремонтно-відновлювальні роботи вимагають значних витрат і тривалого відключення ліній.

Практична цінність роботи полягає в тому, що запропонована методика експертної оцінки вірогідності виникнення «пліски» проводів, яка враховує всі фактори, що можуть зруйнувати конкретну ділянку ЛЕП. При відсутності об'єктивних даних про «пляску» чинники, що роблять найбільш суттєвий вплив на частоту, повторюваність і інтенсивність, кількісно можуть бути визначені за експертною оцінкою шляхом перемножування величин окремих чинників «пляски»: чинник вітрової активності R_1 – визначається середньомісячною тривалістю дії вітрів швидкістю 6-20 м/с, спрямованих під кутами від 45 до 45° до траси передбачуваної ЛЕП; R_2 –інтенсивність ожеледоутворення впродовж сезону ожеледі та ін.

Результатом досліджень стали також аналітичні вирази, що діють змогу розрахувати необхідні параметри та місця розміщення пристроїв для запобігання цього та інших руйнівних явищ. Зокрема визначені відповідні коефіцієнти та формули для розрахунку параметрів ЛЕП з метою підвищення їх надійності при капітальному ремонті або реконструкції, які повинні виконуватись, щоб запобігти виникненню «пляски» проводів і подальшим їх негативним наслідкам для надійної роботи високовольтних ЛЕП.

ВИКОРИСТАННЯ МІКРОПРОЦЕСОРНИХ ПРИСТРОЇВ В СИСТЕМАХ ЗАХИСТУ ТА ОБЛІКУ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ

Дащенко А.С.

Науковий керівник – Рой В.Ф., д-р техн. наук, професор

Впровадження мікропроцесорних пристроїв в системах захисту та керування режимами роботи електромереж дає змогу підняти на якісно новий рівень надійність та керованість систем електроенергетики. Згідно вимог щодо правил користування електроенергією (ПКЕЕ) на об'єктах електроенергетики потужністю більш, ніж 150 кВт, необхідно впроваджувати автоматизовану систему контролю та обліку електроенергії (АСКОЕ). Водночас такі об'єкти, як правило, мають окремі комплексні розподільчі пункти (РП), для захисту ліній в яких використовують захисні мікропроцесорні пристрої. Найбільш широке розповсюдження отримали однокристальні багатofункціональні мікроконтролери, які використовуються, зокрема, в системах захисту, автоматизації та управління приєднаннями. Аналіз таких пристроїв свідчить, що функціональні можливості однокристальних мікропроцесорів в принципі дають змогу комплексно використовувати їх одночасно як в системах захисту мереж, так і системах автоматичного обліку електроене-

ргії, що дозволить суттєво заощаджувати кошти при створенні таких систем.

З метою оцінки можливості реалізації такого комплексного використання багатофункціонального мікропроцесорного апарату захисту, автоматизації та управління приєднаннями, проведено аналіз його функціональних параметрів на прикладі пристрою МРЗС-5 виробництва ЗАТ «Київприлад», яким обладнуються сучасні комплексні розподільчі пристрої. Для організації системи автоматичного контролю та обліку електроенергії сучасні електронні лічильники мають такі основні функціональні елементи

- датчики струму та напруги;
- аналого-цифровий перетворювач сигналів;
- процесор для здійснення операцій;
- інтерфейси для вивода інформації.

Такі функціональні можливості мають, наприклад, електронні лічильники на базі однокристального мікропроцесора сімейства MCS-51. Завдяки використанню спеціалізованих математичних функцій облік електроенергії здійснюється безпосередньо в самому процесорі.

В свою чергу, мікропроцесорний пристрій МРЗС-05, окрім безпосередніх функцій захисту та автоматичного управління роботою електромереж, має додаткові функціональні можливості щодо здійснення обліку та контролю електричних параметрів мереж:

- контроль фазних та лінійних напруг;
- контроль трифазних струмів;
- контроль струмів нульової послідовності;
- контроль активної та реактивної напруги;
- контроль частоти напруги в мережі.

Наявність цих функцій, в принципі, дає змогу реалізувати систему автоматичного контролю та обліку електроенергії в мережі, на базі однокристального процесора типу МРЗС-05, розташувавши датчики струму та напруги у відповідних точках обліку і приєднавши їх до мікропроцесора. Для обробки отриманої інформації мікропроцесорний пристрій перед введенням в експлуатацію проходить конфігурацію у відповідності до конкретних потреб. Процес конфігурації може здійснюватись за допомогою персонального комп'ютера за спеціальною програмою «конфігуратор», наприклад, через інтерфейс RS232, а передачу даних обліку на автоматизований диспетчерський пульт здійснювати через інтерфейс RS485. Таким чином, мікропроцесорний пристрій захисту, автоматики та управління функціонально придатний для

комплексного використання його в тому числі і при впровадженні системі АСКОЕ, що дозволить заощадити значні фінансові ресурси.

ВПЛИВ ПОХИБОК ВИМІРЮВАЛЬНИХ ТРАНСФОРМАТОРІВ НА ТОЧНІСТЬ ОБЛІКУ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ

Курдеман М.К.

Науковий керівник – Рой В.Ф., д-р техн. наук, професор

В умовах скорочення споживання електроенергії промисловими підприємствами завантаження у вузлах деяких електромереж суттєво знизилось. Так, завантаження деяких силових трансформаторів інколи не перевищувало 10-15% від номінального значення, що призводить до виникнення суттєвої від'ємної похибки у системах автоматичного контролю та обліку електроенергії і, відповідно, до значних фінансових втрат енергопостачальних компаній. Завданням даної роботи було проведення дослідження впливу навантаження електромережі на величину від'ємної похибки, що виникає в системах обліку споживання електроенергії та пошук математичної моделі, що дозволяла б визначати та враховувати величину даної похибки у всьому діапазоні навантаження електромережі. Першоджерелом від'ємної похибки, що виникає в системах обліку електроенергії, як показує проведений аналіз, є, насамперед, первинні датчики струму та напруги, в якості яких використовують трансформатори струму та напруги. Причиною виникнення від'ємної похибки вимірювання струму є нелінійна залежність величини вторинного струму від первинного струму навантаження у всьому діапазоні роботи трансформатора, внаслідок чого виникає так звана струмова похибка, яка вимірюється у відсотках відносно номінального струму. Одночасно, завдяки виникненню фазового зсуву між векторами первинного струму та вторинного, виникає кутова похибка, яка також надає свій внесок в сумарну похибку датчика струму і вимірюється в градусах та хвилинах. Дослідження величини цих похибок проводилось у трансформаторів струму найбільш розповсюджених типів: ТПОЛ10-600/5, ТЛШ10-2000/5 та ТПШФД-10-3000/5 в діапазоні навантажень по первинному струму 1 – 100% номінального значення. Було встановлено, що для діапазону 1 – 10% від номінального струму навантаження трансформатора алгоритм визначення величини від'ємної похибки має вигляд:

$$\Delta f(\%) = 0,8428 \cdot \ln I_I - 1,9617 ,$$

де I_I – первинний струм трансформатора.

Відповідно, для діапазону вимірювань 10 – 100% навантаження трансформатора величина похибки може бути визначена згідно виразу:

$$\Delta f(\%) = 0,0841 \cdot \ln I_1 - 0,3919.$$

Запропонована методика врахування струмової похибки трансформатора струму в автоматичних системах обліку електроенергії дає змогу об'єктивно оцінювати об'єм електроенергії, яка відпускається споживачам, дозволить зменшити величину небалансу електроенергії по підстанціям і отримати від цього значний економічний ефект.

З дослідження витікає, що кутова похибка, на відміну від струмової, навіть при низьких навантаженнях трансформатора досить незначна і нею можна знехтувати.

В результаті проведених досліджень з'ясувалось, що в діапазоні виміру первинного струму навантаження 1 – 25% струмова похибка дійсно має від'ємний знак, а із збільшенням первинного струму навантаження величина струмової похибки зменшується.

Таким чином, кількість електроенергії, що відпускається споживачам, завдяки існуванню від'ємної струмової похибки в деяких режимах навантаження електромережі, виявляється заниженою по відношенню до дійсної. Тому запропонована методика врахування струмової похибки трансформатора струму в автоматичних системах обліку електроенергії дає змогу об'єктивно оцінювати об'єм електроенергії, яка відпускається споживачам, дозволить зменшити величину небалансу електроенергії по підстанціям і отримати від цього значний економічний ефект.

ЗАСТОСУВАННЯ ПРОГРАМНОГО КОМПЛЕКСУ ELSCUT ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ І ТЕПЛОВИХ ПОЛІВ СИЛОВИХ КАБЕЛІВ

Черкашин О.О.

Науковий керівник – Дьяков Є.Д., канд. техн. наук, доцент

Постановка завдання, аналіз останніх досягнень. Математичне моделювання електричних і теплових режимів дозволяє визначити раціональні параметри силових кабелів. Серед програмного забезпечення використовуваного для цих цілей слід виділити програмний комплекс Elscut [1]. Дана програма використовується для виконання розрахунків параметрів різних полів (електричних, теплових і ін.) за допомогою методу скінченних елементів. До переваг програмного комплексу Elscut слід віднести можливість використання вбудованих в

пакет функцій, елементів програмування, а також виведення результатів розрахунку в зручній для подальшого застосування формі.

Мета дослідження. Використовувати програмний комплекс Elcut для дослідження електричних і теплових полів силового кабелю.

Основні матеріали досліджень. Програмний комплекс Elcut застосовувався для моделювання електричних і теплових полів силового кабелю, ізоляція якого містить різні дефекти. Дані дефекти викликають локальне підвищення температури і є причиною теплового пробою ізоляції кабелю. Проведені розрахунки дозволили визначити щільність струму в місцях розташування дефектів. Розподіл напруженості електричного поля в ізоляції кабелю приведено на рисунку 1.

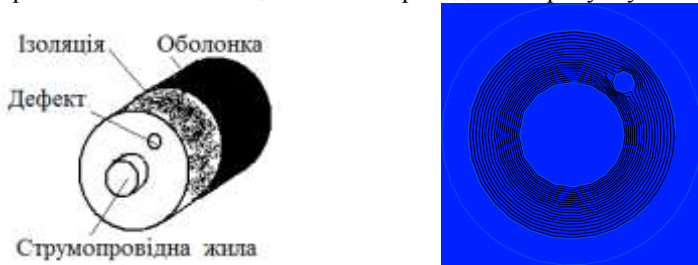


Рисунок 1 – Конструкція силового кабелю і розподіл напруженості електричного поля в ізоляції

Висновки. Програмний комплекс Elcut з допустимою для інженерних розрахунків похибкою дозволяє проводити розрахунок характеристик електричних і теплових полів силових кабелів.

1. ELCUT. Моделирование двумерных полей методом конечных элементов. Руководство пользователя. Санкт-Петербург. Производственный кооператив TOP, 2000. 130с

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА УСТАНОВКА ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ МЕХАНІЧЕСЬКИХ КОЛИВАНЬ ПРОВОДІВ

Агафонова І.О.

Науковий керівник – Дьяков Є.Д., канд. техн. наук, доцент

Постановка завдання, аналіз останніх досягнень. Визначення механічних навантажень на елементи повітряних ліній (проводи, троси, підвіси та кріплення проводів і тросів) рекомендується проводити згідно з нормативними документами [1–3]. Для експериментального дослідження викладених теоретичних положень розроблені установки, що дозволяють моделювати вплив різноманітних зовнішніх фак-

торів на механічні характеристики лінії. Однак, при моделюванні механічних процесів, викликаних протіканням електричного струму по проводам не враховується зміна їх геометричних параметрів і створюваного ними тяжіння.

Мета досліджень. Розробити експериментальну установку для дослідження механічних коливань проводів, при протіканні електричного струму.

Основні матеріали досліджень. Розроблена експериментальна установка схематично зображена на рисунку.

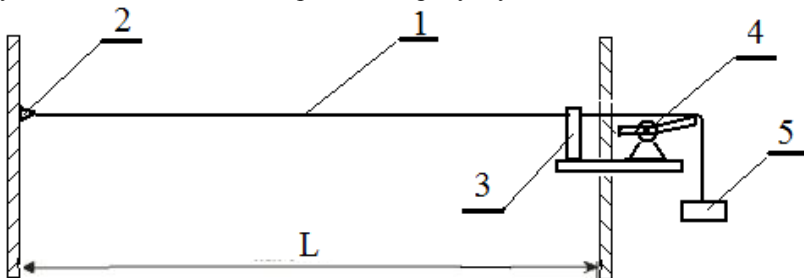


Рисунок 1 – Експериментальна установка для дослідження механічних характеристик проводів.

1 – досліджуваний провід; 2 – вузол кріплення; 3 – жорстка опора;
4 – натягувальний пристрій; 5 – вантаж.

Установка призначена для моделювання режимів роботи проводу при різних зусиллях тяжіння як при однаковій так і при різних висотах точок його кріплення

Висновки. Розроблена установка дозволяє провести комплекс експериментальних досліджень механічних характеристик різноманітних проводів при різних режимах роботи. Отримані експериментальні дані дозволять оцінити похибку теоретичних виразів.

1. Правила устрою електроустановок. Раздел 2. Канализация электроэнергии. Глава 2.4, 2.5 [Текст]. – Х.:Издательство «Индустрия», 2012. – 768 с.

2. ДБН В.1.2.-2:2006 «Навантаження і впливи. Норми проектування»

3. ГД 34.20.501-2008 Посібник. Розрахунок опор та проводів повітряних ліній електропередачі згідно з вимогами глав 2.4, 2.5 ПУЕ.– К.: 2008.

КОМПЕНСАЦІЯ РЕАКТИВНОЇ ПОТУЖНОСТІ ЕСКАЛАТОРНИХ ДВИГУНІВ МЕТРОПОЛІТЕНУ

Мехоношен О.О.

Науковий керівник – Ягуп В.Г., д-р техн. наук, професор

Споживання електроенергії ескалаторами характеризується високим відношенням реактивної потужності до активної. Це тягне за собою значне збільшення плати за електроенергію, втрат потужності і зниження її якості. Тому дуже важливо правильно виконати компенсацію реактивної потужності при їх роботі, щоб підвищити якість електричної енергії.

Метою роботи є: розробка методики вибору пристроїв компенсації реактивних навантажень в системах електропостачання ескалаторів, що дозволяє підвищити якість електричної енергії.

Деякі станції метрополітену обладнано ескалаторами, які рухаються з допомогою асинхронних електродвигунів. Повна електрична енергія, яку споживає двигун з електромережі, складається з двох частин: активної енергії, яка перетворюється на механічну і теплову енергію, та реактивної, яка витрачається на створення електромагнітних полів. Реактивна енергія не перетворюється на інші види енергії, а коливається між джерелом струму і електродвигуном. Корисної роботи вона не виконує. При наявності високої долі реактивної потужності в електромережі, з'являються такі проблеми: необхідність підвищення потужності силових трансформаторів, збільшення діаметру кабеля, підвищення втрат потужності в трансформаторах та лініях електропередач, підвищення плати за використану електроенергію.

Для вирішення цих проблем застосовано спосіб компенсації реактивної потужності з допомогою конденсаторних батарей. Для розрахунків створено модель електропостачання ескалаторного двигуна, з допомогою програмного забезпечення MatLab, (рисунк 1, а).

Дана модель містить: джерело живлення, батарею конденсаторів, з'єднаних у схему «трикутник», які приєднано паралельно електродвигуну та вимірювальні прилади, які відображають чисельні показники активної та реактивної потужностей, і графіки струмів та напруг. Електродвигун асинхронний, типу Д 002-91 з напругою $U_{\text{ном}} = 380\text{В}$; $P = 40\text{кВт}$; $\cos\phi = 0,82$; $N = 735 \text{ об/хв}$.

Потім відтворено роботу системи електропостачання двигуна з компенсацією реактивної потужності, та без неї. Отримано часові діаграми напруги та струму, з яких видно, що реактивну потужність

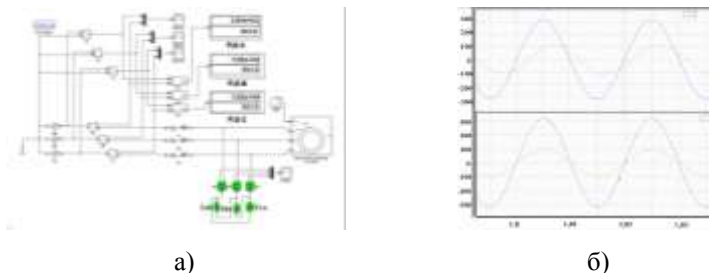


Рисунок 1 – Модель електропостачання ескалаторного двигуна та діаграми напруги та струму (без компенсації та з компенсацією)

скомпесовано, адже синусоїди струму і напруги знаходяться в одній фазі (рисунок 1, б). Знаючи реактивну потужність, розраховано ємність конденсаторів за формулою:

$$C = \frac{Q}{U^2 \cdot 2 \cdot \pi \cdot f} \quad (1.1)$$

де U – напруга мережі; Q – реактивна потужність; f – частота мережі; C ємність конденсатора.

Висновки. Використавши конденсаторні установок ми змогли: зменшити навантаження елементів розподільчої мережі, тим самим продовжуючи їх термін служби, знизити теплові втрати струму і витрати на електроенергію, домогтися більшої надійності і економічності розподільних мереж.

Крім того, в існуючих мережах виключити генерацію реактивної енергії в мережу в години мінімального навантаження, знизити витрати на ремонт і оновлення парку електрообладнання, збільшити пропускну здатність системи електропостачання споживача, що дозволить підключити додаткові навантаження без збільшення вартості мереж, забезпечити отримання інформації про параметри і стан мережі, а в знову створюваних мережах - зменшити потужність підстанцій і перетину кабельних ліній, що знизить їх вартість.

1. Колузаев А.М. Электроснабжение метрополитенов / А.М. Колузаев. – М: Транспорт, 1977. – 431 с
2. Минин Г.П. Реактивная мощность / Г.П. Минин. – М.: Энергия, 1978. – 88с.
3. Герман-Галкин С. Г. Проектирование мехатронных систем на ПК/ С. Г. Герман-Галкин. – СПб.: КОРОНА, 2008. – 368 с.

ЗАПРОВАДЖЕННЯ В МЕРЕЖАХ ХАРКОВА НАПРУГИ 20 кВ

Євсєєва Д.О.

Науковий керівник – Гаряжа В.М., доцент

Характерною рисою сучасної енергетики України є те, що в процесі виробництва, передавання, розподілу й споживання електроенергії найменшу увагу отримують розподільчі мережі напругою 0,4-35 кВ. Це сповільнює їх розвиток, приводить до прискореного зношення, збільшення технологічних втрат електроенергії і є причиною неефективної роботи. Зокрема, технологічні втрати електроенергії в мережах напругою 6-10 кВ становлять 8-9% від обсягів її передавання. Це при тому, що на думку експертів, відносні загальні втрати можуть вважатися задовільними, якщо вони не перевищують 4-5%, при максимально допустимих з точки зору фізики передачі електроенергії 10%. З часом все очевидніше постає питання не просто модернізації таких мереж, а їх докорінної реконструкції.

Постійне підвищення попиту на електроенергію визначає необхідність збільшення пропускної здатності існуючої мережі, що можливо досягнути за рахунок підвищення номінальної напруги мережі. Таким шляхом пішли розвинуті країни Європи, які в другій половині ХХ століття перевели мережі 6 – 10 кВ на клас напруги 20 кВ. Досить активно експлуатуються мережі 20 кВ в Австрії, Германії, Швейцарії, Італії, Фінляндії і ряді інших країн.

В липні 2016 року Національна комісія України, що здійснює державне регулювання в сфері енергетики та комунальних послуг (НКРЕКП) провела нараду, присвячену питанню підвищення енергоефективності роботи електричних мереж. В одному з пунктів прийнятого рішення говориться: "Визнати, що перехід на клас напруги 20 кВ – необхідний та пріоритетний крок для підвищення ефективності роботи мережі і зменшення втрат". Логіка цього рішення очевидна, оскільки з підвищенням напруги втрати зменшуються. В той же час запровадження такої напруги в згаданих вище країнах, як правило, супроводжувалося скороченням класів напруг. В Україні нова напруга розширює спектр напруг. До поширених 6, 10 та 35 кВ додається 20 кВ. Більш висока напруга на окремих ділянках створює складнощі для експлуатаційного персоналу, оскільки доводиться експлуатувати мережі більшої кількості номінальних напруг. Виключення застарілого для

крупних міст рівня напруги 6 кВ з переходом на напругу 20 кВ найближчим часом практично неможливе. Наприклад, в Харкові понад 70% розподільчих мереж середньої напруги становлять кабельні мережі 6 кВ. Ці мережі не були переведені навіть на напругу 10 кВ в зв'язку з розташуванням їх значної частини в районах міста насичених комунікаціями. За таких умов перекидка мереж технічно складна і потребує дуже значних капіталовкладень.

Створення мереж 20 кВ в Харкові може мати сенс при забудові нової території, без мереж взагалі. З великими складнощами можливе використання мереж 20 кВ у забудові нових районів з великою щільністю навантаження при кардинальній реконструкції існуючих мереж, але при цьому в центрах живлення також потрібна серйозна реконструкція, що вимагає значних зусиль і інвестицій.

Враховуючи вказані зауваження з приводу застосування в Харкові напруги 20 кВ, має сенс розглянути досвід США, який полягає у поступовій відмові від використання мереж низької напруги, для яких характерні найбільші втрати. Живлення будинків підвищеної поверховості передбачати безпосередньо середньою напругою, а при малоповерховій забудові встановлювати ТП, як правило, для кожного абонента. В такому разі можливе ще протягом значного проміжку часу використання існуючих мереж середньої напруги.

Висновки

1 Застосування напруги 20 кВ для розподільчих мереж середньої напруги дозволить підвищити пропускну здатність мереж і знизити втрати;

2 Для розробки концепції застосування напруги 20 кВ в мережах Харкова необхідне виконання серйозного техніко-економічного обґрунтування.

1. Асташев Д. С. Применение напряжения 20 кВ для распределительных электрических сетей России / Д. С. Асташев, Р. Ш. Бедретдинов, Д. А. Кисель, Е. Н. Соснина // Вестник НГИЭИ. - 2015. - № 4. - С. 6 - 9.

2. Черепанов В. В. Повышение эффективности транспортировки и распределения электрической энергии в кабельных линиях путем применения напряжения 20 кВ / В. В. Черепанов, И. А. Суворова // Электрика. - 2012. - № 7. - С. 27 - 30.

ОГЛЯД УМОВ ЕКСПЛУАТАЦІЇ АСИНХРОННИХ ДВИГУНІВ В АПК

Коломієць В.О., Сорокин Є.А.

Науковий керівник – Гузенко В.В., асистент

(Харківський національний технічний університет сільського господарства ім. Петра Василенка)

Актуальність проблеми. Відомо, що експлуатаційна надійність асинхронних електродвигунів (АД) у значній мірі визначається надійністю їхніх обмоток [1]. А саме під час експлуатації на АД діють багато експлуатаційних впливів. До впливів режимного характеру відносяться: перевантаження з боку робочої машини; зниження, підвищення й несиметрія напруги мережі; неповнофазний режим; погіршення умов охолодження та ін [2]. Це свідчить про те, що аварійність основного елементу електроприводу (ЕП) – АД – значна, що завдає сільськогосподарському виробництву додаткові збитки через непередбачене припинення роботи цілого ряду технологічно зв'язаного обладнання [3]. Тому дослідження, спрямовані на вивчення особливостей режимів АД з попередженням аварій є актуальним.

Наукова новизна роботи. Вирішена актуальна науково-технічна задача підвищення надійності експлуатації АД в умовах агро-промислового комплексу.

Мета дослідження. Проведення огляду умов експлуатації АД з підвищенням експлуатаційної надійності АД в умовах сільськогосподарського виробництва.

Методи та результати дослідження. Як показує аналіз науково-технічної літератури, що аварійність завдає сільськогосподарському виробництву додаткові збитки через непередбачене припинення роботи цілого ряду технологічно зв'язаного обладнання, недодану продукцію та незаплановані ремонти електрообладнання.

В роботі доведено, що щорічно в сільськогосподарському виробництві з ладу виходять 15 – 25 % АД. Фактичний термін їх безвідмовної роботи складає 20 – 50 % часу, встановленого заводом-виготовлювачем. Велика аварійність АД обумовлена особливостями експлуатації їх в АПК.

Висновки. Проведені дослідження дозволили зібрати необхідний матеріал для виконання умови попередження виникнення ненормальних режимів, та виконавши рекомендовані поради подовжити термін безвідмовної роботи усього обладнання в технологічних процесах. Доведено, що до специфічних небажаних умов слід віднести низьку якість напруги в мережі, зокрема, її

несиметрію та були дані рекомендації щодо вибору надійного захисту в умовах с.г. виробництва.

Як показує аналіз науково-технічної літератури, електроприводи оглядають тим частіше, чим важчі умови роботи, наприклад велика тривалість розгону електродвигуна, часті пуски, висока температура навколишнього середовища. Доведено, що конструкція електродвигунів також може впливати на необхідну періодичність їхніх оглядів. Крім того, при встановленні періодичності оглядів треба враховувати і технічний стан електродвигунів, наприклад ступінь їхньої зношеності.

1. Савченко П.І. Електропривод у питаннях і відповідях / М.Л. Лисиченко, П.І. Савченко, О.К. Тищенко, В.В. Гузенко // Харків 2012. – с. 230-280

2. Егоров Г.П. Устройство, монтаж, эксплуатация и ремонт промышленных электроустановок / Г. П. Егоров – М.: Высш. школа, 1998. — 156 с.

3. Прищеп Л.Г. Учебник сельского электрика. [3-е издание., доп. и перераб.] / Л.Г. Прищеп - М.: Агропромиздат, 1992. – 180с.

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ ШЛЯХОМ ЗНИЖЕННЯ ВТРАТ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ

Агафонова І.О.

Науковий керівник – Перепечений В.О., канд. техн. наук, доцент

Заходи щодо зниження втрат електроенергії в електричних мережах є актуальними і спрямовані на підвищення ефективності електричних мереж [1]. Вони відносяться до режимів функціонування мереж і обладнання в нормальних технічних умовах. Приведення умов в технічно допустимі межі не є заходами.

Для вирішення даного завдання можна виділити заходи за чотирма напрямками [2]:

- щодо поліпшення режимів роботи електричних мереж;
- по реконструкції електричних мереж, що спрямовані на зниження втрат електроенергії;
- щодо вдосконалення системи обліку електроенергії;
- по зниженню розкравдань електроенергії.

До заходів щодо поліпшення режимів роботи електричних мереж відносяться:

- реалізація оптимальних режимів замкнутих електричних мереж 110 кВ і вище по напрузі і реактивній потужності;
- установка і введення в роботу автоматичних регуляторів напруги на трансформаторах з РПН і автоматичних регуляторів реактивної потужності на її джерелах;

- установка на підстанціях засобів телевимірювань параметрів режиму мережі і засобів АСКОЕ;

- перевід незадійснених генераторів електростанцій в режим синхронних компенсаторів при дефіциті реактивної потужності в вузлах мережі;

- здійснення перемикачів в схемі мережі, що забезпечує зниження втрат електроенергії за рахунок перерозподілу її потоків по лініях;

- здійснення регулювання напруги в центрах живлення радіальних мереж 6-110 кВ, що забезпечить мінімальні втрати електроенергії в мережі при допустимих відхиленнях напруги у споживачів електроенергії;

- розмикання ліній 6-35 кВ з двостороннім живленням в точках, які забезпечують електропостачання споживачів за мінімальними сумарними втратами електроенергії в мережах 6-35 кВ і збереження необхідної надійності електропостачання;

- вирівнювання навантажень фаз в мережах 0,4 кВ.

До заходів з реконструкції електричних мереж відносяться [2]:

- розукрупнення підстанцій, введення додаткових ПЛ і трансформаторів для розвантаження перевантажених ділянок мереж, заміна малоавантажених трансформаторів на підстанціях, введення додаткових комутаційних апаратів, що забезпечать можливість перемикачів ділянок мереж на живлення від інших підстанцій;

- введення технічних засобів регулювання потоків потужності по лініях.

До заходів що направлені на вдосконалення системи обліку електроенергії відносяться:

- заміна вимірювальних трансформаторів на трансформатори з підвищеними класами точності і номінальними параметрами, що відповідають фактичним навантаженням;

- заміна існуючих приладів обліку електроенергії на нові прилади з поліпшеними характеристиками;

- встановлення приладів технічного обліку електроенергії на радіальних лініях, що відходять від підстанції.

До заходів щодо зниження розкрадань електроенергії відносяться:

- періодичні перевірки умов роботи лічильників електроенергії розрахункового обліку у споживачів і виявлення розкрадання електроенергії;

- заміна на ПЛ 0,4 кВ звичайних неізолюваних проводів самоутримними ізолюваними проводами, що утрудняють несанкціоноване підключення до лінії.

Слід зазначити, що крім умов, при яких дію, спрямовану на зниження втрат, можна вважати заходом щодо зниження втрат, необхідно

відзначити і умови, при яких їх можна включати в нормативний документ, що встановлює звітність про їх проведення [3]. Умовою включення заходу до переліку звітних, є наявність способу кількісної оцінки його впливу на втрати і попередня оцінка його вагомості. Ефективність заходів може оцінюватися тільки у вигляді економії електроенергії в кВт·год.

У висновку слід зазначити, що для досягнення значного зниження втрат електроенергії необхідно впроваджувати комплексні технічні заходи, що вимагають значних матеріальних коштів.

1. Энергетична стратегія України на період до 2030 року. – К.: Мінпаливенерго, 2006. – 129 с.

2. Железко Ю. С. Потери электроэнергии. Реактивная мощность. Качество электроэнергии: Руководство для практических расчетов / Ю. С. Железко. – М.: ЭНАС, 2009. – 456 с.

3. Бабушкин В.М. Электрические сети: развитие, новые решения. – К.: Энергетика и электрификация, 2002. – 168 с.

ЗОННА КОНЦЕПЦІЯ СИСТЕМ БЛИСКАВКОЗАХИСТУ БУДІВЕЛЬ І ЛІНІЙ ЕЛЕКТРОПЕРЕДАЧ

Гресь І.С.

Науковий керівник – Перепечений В.О., канд. техн. наук, доцент

Дана тема є актуальною, оскільки зважаючи на досконалу передбачуваність і величезну потужність блискавки, вона являє високу потенційну небезпеку. Прямий удар блискавки небезпечний для людей, будівель, енергооб'єктів внаслідок безпосереднього контакту каналу блискавки з вражати об'єкти. Витрати на здійснення блискавкозахисних заходів приблизно в 1,5 разів менше за вартість згорілих за 5 років будівель і споруд. Без системи блискавкозахисту будівлі, люди і майно, що перебуває в ньому, беззахисні перед ударом стихії. І зараз сучасний рівень науки і техніки дозволяє створити дійсно функціонально надійну і відповідну технічному рівню систему блискавкозахисту.

Сьогодні існує кілька теорій, що стосуються атмосферної електрики і електризації грозових хмар, як найважливіших чинників, які безпосередньо впливають на проектування і створення комплексного блискавкозахисту і заземлення будівель, споруд та енергооб'єктів.

Якщо провести аналогію, то в першому наближенні нашу планету можна порівняти з величезним конденсатором в формі кулі. При цьому в якості обкладинок приймається поверхню Землі і повітряний шар, зосереджений на висоті вісімдесяти кілометрів над землею поверхнею. В якості ізолятора виступає частина атмосфери товщиною 80 км, яка

має низьку електропровідність. Між обкладинками віртуального конденсатора виникає напруга до 200 кВ, а сила струму може скласти до 1 400 А.

Розрізняють 3 типи впливу струму блискавки [1]: 1) прямий удар при розряді блискавки в об'єкт з сильним тепловим і механічним впливом; 2) вторинний вплив розряду з появою магнітного поля, індукованого в контурах у вигляді протяжних металевих пристроїв; 3) трубопроводів, електропроводки, які викликають іскріння, що небезпечно для приміщень, де утворюються небезпечні концентрації вибухонебезпечних речовин; 4) занесення високих потенціалів по будь-яким металоконструкціям: естакадах, ЛЕП, трубопроводах, що може стати причиною вибухів і пожеж.

Тому поняття блискавкозахист і розуміється як комплекс технічних рішень і спеціальних пристосувань для забезпечення безпеки людей, збереження будівель та споруд, обладнання та матеріалів від прямих ударів блискавки, електромагнітної і електростатичної індукції, а також занесення високих потенціалів через металеві конструкції і комунікації.

Блискавкозахист розділяється на зовнішній і внутрішній. Зовнішній блискавкозахист являє собою систему, що забезпечує перехоплення блискавки і відведення її в землю, тим самим, захищаючи будівлю або споруду від пошкодження і пожежі. У момент прямого удару блискавки в об'єкт правильно спроектований і споруджений блискавкозахисний пристрій повинен прийняти на себе струм блискавки і відвести його по струмовідводу в систему заземлення, де енергія розряду повинна безпечно розсіятися. Проходження струму блискавки має відбутися без шкоди для об'єкта, що захищається і бути безпечним для людей, що знаходяться як всередині, так і зовні цього об'єкта.

Зовнішній блискавкозахист складається з наступних елементів:

Блискавкоприймач – пристрій, що перехоплює розряд блискавки. Виконується з металу, а саме з нержавіючої або оцинкованою сталі, алюмінію або міді.

Струмовідводи – частина блискавковідводу, призначена для відведення струму блискавки від блискавкоприймача до заземлювача.

Заземлювач – провідна частина або сукупність з'єднаних між собою провідних частин, що знаходяться в електричному контакті із землею безпосередньо або через провідне середовище.

Внутрішній блискавкозахист являє собою сукупність пристроїв захисту від імпульсних перенапруг (ПЗІП), призначеного для захисту електричного та електронного обладнання від перенапруг в мережі,

викликаних резистивним і індуктивними зв'язками, що виникають під впливом струму блискавки.

З цього випливає, що проблема захисту від імпульсних грозових перенапруг може бути вирішена тільки комплексним шляхом, за умови виконання всіх перерахованих технічних заходів. Такий підхід дає зонна концепція захисту, розроблена в стандартах Міжнародної Електротехнічної Комісії (МЕК), в яких викладені принципи захисту будівель і споруд будь-якого призначення від перенапруг, що дозволяють грамотно проектувати будівельні конструкції і системи блискавкозахисту об'єкта, раціонально розміщувати обладнання і прокласти комунікації.

1. ІЕС-61024-1 (1990-04): «Молниезащита строительных конструкций. Часть 1. Основные принципы».

АСПЕКТИ ВИБОРУ ПЕРЕРІЗІВ ПРОВІДІВ В РОЗПОДІЛЬНИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖАХ 6-35 кВ В СУЧАСНИХ УМОВАХ

Кравченко А.І.

Науковий керівник – Перепечений В.О., канд. техн. наук, доцент

На сьогоднішній день в Україні будується багато нових ліній електропередач у міських районах і в сільській місцевості, проводиться реконструкція мереж, так як існуючі в більшості випадків кабельні та повітряні лінії електропередач напругою 6(10) кВ не справляються із збільшеним навантаженням і в багатьох випадках фізично зношені. Сучасні світові тенденції в розвитку електричних мереж свідчать про прагнення багатьох розвинених країн до впровадження більш високих класів напруги, наприклад 20 кВ, що дозволить зменшити обсяг використання кольорового металу, зменшити втрати електричної енергії і збільшити дальність її передачі. Виникає питання, на якій напрузі раціонально передавати електричну енергію для характерних груп споживачів? Розгляд питань, пов'язаних з даною тематикою має як теоретичне, так і практичне значення.

При проектуванні електричних мереж проводиться обробка великого обсягу різноманітної інформації. Трудомісткість проектування різко зростає при визначенні оптимальних параметрів схем і їх режимів. У зв'язку з цим виникає необхідність створення методики вибору номінальної напруги, що вимагає мінімальних витрат праці на підготовку вихідних даних.

Існування ринку електроенергії передбачає в якості підвищення конкурентоспроможності енергопостачальних організацій зниження власних витрат на транспортування електроенергії. Вибір економічно

обґрунтованих перерізів проводів і довжин повітряних ліній електропередачі сприяє цьому. Традиційний метод економічно обґрунтованого вибору перерізу проводів і кабелів заснований на використанні економічної щільності струму ($j_{ек}$). Наведені в ПУЕ значення $j_{ек}$ були отримані 50 років тому. Використання застарілих значень економічної щільності струму призводить до невільного вибору перерізів провідників і номінальної напруги мережі. З'явилася необхідність провести дослідження, спрямовані для вирішення завдань з вибору перерізів провідників і раціональних напруг розподільних електричних мереж в сучасних умовах.

В даний час для оцінки економічної ефективності прийнятих проектних рішень використовуються дисконтовані витрати, які дозволяють враховувати поетапне введення навантаження і капітальних вкладень, а також зміну в часі вартості електричної енергії. Крім того, в нашій країні з'явилося нова напруга 20 кВ. Розпочато випуск устаткування на цю напругу і ведеться розробка нового обладнання. Поява нового класу напруги 20 кВ і нових видів кабельно-провідникової продукції призводить до зміни відомих рекомендацій щодо застосування напруг 6(10)-35 кВ. На сьогоднішній день дослідження раціональної області застосування цих напруг відсутні.

Сучасні значення економічної щільності струму для вибору проводів і кабелів напругою 6(10), 20 і 35 кВ відсутні. Наведені в ПУЕ значення не враховують факту появи проводів СП, кабелів з ізоляцією із зшитого поліетилену і істотної зміни вартості електричної енергії. Цим влаштується необхідність дослідження $j_{ек}$ для мереж 6-35 кВ в залежності від зміни вартості електричної енергії, номенклатури кабельно-провідникової продукції, зростання електричного навантаження в часі.

Отже, можна зробити висновок про необхідність розвитку методики вибору перерізів проводів ліній електропередач і визначення техніко-економічної доцільності застосування напруг 6-35 кВ в сучасних умовах.

1. Денисов В. И. Методические особенности обоснования вариантов обновления объектов электроэнергетики / В. И. Денисов // Электрические станции. – 2003. – №5. – С. 2 - 7.

2. Козлов В. А. Оценка эффективности капитальных вложений в электросетевые объекты. / В. А. Козлов // Энергетик. – 2001. – №7. – С. 9 -11.

ДО ВИБОРУ РЕЖИМУ НЕЙТРАЛІ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ 20 кВ ВЕЛИКОГО МІСТА

Федотов А.А.

Науковий керівник – Перепечений В.О., канд. техн. наук, доцент

При будівництві мережі 20 кВ ряд рішень приймається на підставі інженерного досвіду, аналогів, передпроектних проробок, а в ряді випадків – на вольових рішеннях. Тому, одним із актуальних технічних завдань є вибір режиму заземлення нейтралі мереж напругою 20 кВ.

Важливим питанням при побудові електричної мережі 20 кВ є вибір параметрів обладнання для заземлення нейтралі і схемно-конструкторських рішень по його реалізації [1]. В електричних мережах 20(22) кВ різних країн світу, в тому числі Франції, Великобританії, США, використовується переважно нізкоомне резистивне заземлення. Виняток становлять повітряні мережі Латвії, Фінляндії, Італії та низки інших країн з ізолюваною нейтраллю або з компенсацією ємнісного струму. Основною причиною аварій в мережах середньої напруги є внутрішні перенапруги, які виникають при електромагнітних перехідних процесах, пов'язаних з плановими і аварійними комутаціями. Ґрунтуючись на досвіді проектування і експлуатації кабельних мереж 20 кВ у Франції, в якості стандартного рішення при побудові мережі 20 кВ було вирішено підключати в нейтраль мережі резистори з номінальним струмом 1000 А. Відповідне цьому струму опір 12 Ом забезпечує обмеження перенапруг до рівня не більше 2,5 фазної напруги U_{ϕ} , запобігання перемежуючого характеру горіння дуги і ліквідацію багатомісних та багатофазних замикань на силовому обладнанні. Основними проблемами, що виникають при низькоомному резистивному заземленні нейтралі, є погодження розбіжностей між вимогами ефективного зниження перенапруг і забезпечення селективності пристроїв РЗА з одного боку, і забезпечення електробезпеки і термічної стійкості резистора з іншого.

Реалізація резистивного заземлення нейтралі мережі 20 кВ вимагає уточнювати розрахункові умови вибору номіналів резисторів, запропоновувати ефективні схеми їх підключення до нейтралей трансформаторів центрів живлення 110 - 220 кВ.

1. Baricevic T. AHP method in prioritizing investments in transition of MV network to 20 kV / T. Baricevic, A. Tunjic, E. Mihalek, K. Ugarkovic // Electricity Distribution – Part 2, 2009. CIRED 2009. The 20th International Conference and Exhibition on, 2009.

АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ МІСТ

Басараба М.С.

Науковий керівник – Перепечений В.О., канд. техн. наук, доцент

За останні роки, на міжнародних науково-технічних конференціях значну увагу приділяють комплексному дослідженню параметрів і режимів електричних мереж, як найважливішому фактору енергозбереження. Це пояснюється наступними основними причинами:

- зросли одинична потужність і рівень електроспоживання в побуті й міському господарстві, викликані наявністю великого числа параметрів й режимів електроприймачів;

- електроприймачі міст за останні роки стали висувати підвищені вимоги до якості електроенергії у зв'язку із широким застосуванням у побуті й міському господарстві нової техніки й технологій;

- зросла роль економічної відповідальності за дотримання встановлених ДСТ показників якості електроенергії, викликана впровадженням в енергетику ринкових відносин.

В даний час на ряду з питаннями вдосконалення технологій в електроенергетиці все більшої актуальності набувають питання раціональної організації експлуатації, управління функціонуванням і розвитком електричних мереж. Одним з критеріїв при вирішенні зазначених питань часто виступає можливість забезпечення необхідної надійності. Актуальність даної проблеми акцентована в [1], де сказано, що на сьогоднішній день відсутні критерії оцінки діяльності енергопостачальних компаній щодо виконання їх основної функції, передбаченої Законом України "Про електроенергетику", згідно з яким споживачі мають право безперервно отримувати від енергопостачальної організації електричну енергію, відповідну державним стандартам та договорів про використання електроенергії, а енергопостачальні компанії, в свою чергу, повинні надавати якісні послуги з постачання електричної енергії споживачам без перерви, ніж, як раз і характеризується надійність роботи електричних мереж.

Викладене, свідчить про системний характер проблеми й необхідність комплексного дослідження систем електропостачання із застосуванням більш досконалих критеріїв оцінки й методів розрахунку параметрів і режимів мереж.

1. Шура В. П. Методика расчёта показателей (индексов) надёжности электрических сетей. // Электрические сети и системы. – 2006. - №1. С.45-46.

ПЕРЕВАГИ ВИКОРИСТАННЯ ІНДУКЦІЙНОГО НАГРІВАЛЬНОГО ЕЛЕМЕНТУ

Сенько О.С.

Науковий керівник – Карпалюк І.Т., канд. техн. наук, доцент

Постановка проблеми, аналіз останніх досліджень і публікацій. На кафедрі СЕтаЕМ було проведено декілька експериментів по перевірці можливості роботи індукційного нагрівача. Нагрівачі найпоширеніші прилади споживання електричної енергії. І здебільшого фізичні основи таких елементів – джоулеве тепло. Нагрівачі побудовані на індукційному принципі малопоширені. Тому було виконано лабораторний зразок індукційного нагрівача і проведено ряд дослідів із такими елементами для з'ясування ефектів, що виникають в нагрівальних електричних елементах що побудовані на індукційному принципі. Основна енергія нагрівання в таких індукційних нагрівачах пов'язана із токами Фуко. Звідси і певні характеристики таких нагрівачів.

Властивості отримані на лабораторній установці, залежності параметрів індукційного нагрівача від електричних параметрів джерела і геометричних розмірів самого нагрівача дозволили продовжити лінію експериментів для підведення такого нагрівача до отримання споживацьких переваг і привабливості для торгівлі.

Мета дослідження. Дослідити можливість роботи корпусного індукційного нагрівального елемента для підігріву води. З'ясувати діапазон можливих температур при роботі таких елементів, дослідити електричні параметри.

Основні матеріали досліджень. Було виконано лабораторну установку, яка представляє собою дві стенд для заняття теплових характеристик і електричних параметрів.

Коефіцієнт перетворення електричної потужності в теплову показав високі результати. Корпусний нагрівальний елемент показав найкращі параметри. Але він виявився значно дорожчим ніж за розрахунком.

Висновки. Індукційний нагрівальний елемент показав низку переваг: розрахункова кількість робочих годин, коефіцієнт надійності, плавність збільшення температури нагріву. Нагрівальний елемент такого типу має переваги які можна виразити в комерційній площині.

ЗМЕНШЕННЯ ВЕЛИЧИНИ ГЕНЕРАЦІЇ СОНЯЧНОЇ СТАНЦІЇ В ЛІТКУ 2017 РОКУ ДЛЯ ДНІВ КОЛИ СОНЦЕ ЗНАХОДИЛОСЬ В ЗЕНІТІ

Сметанін О.Ю., Голубенко М.В.

Науковий керівник – Карпалюк І.Т., канд. техн. наук, доцент

Постановка проблеми, аналіз останніх досліджень і публікацій.

Енергетика майбутнього скоріш за все це зелена енергетика. Тобто енергетика відновлювальних джерел і джерел енергії що не призводять до викидів CO₂. Енергія Сонця – найбільше джерело енергії із відомих людству. Тому використання сонячних станцій набуло такого поширення в останні роки. Світові тенденції не оминули і Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова. Так на кафедрі систем електроспоживання та електропостачання міст експлуатується сонячна станція потужністю понад 20 кВА.

Станція використовується як реальна генеруюча система, яка підключена до мережі університету в режимі компенсації потужності яку споживає університет із загальної електричної мережі. Станція працює цілодобово з жовтня 2016 року. На станції ведеться спостереження за виробленою електричною енергією. Станція обладнана цифровим інтерфейсом. Показання приладів фіксується у відповідних файлах по денно. На записаних даних проводиться аналіз. Висновки аналізу допомагають уточнити реальну поведінку станції Сонячної генерації.

Влітку 2017 року на станції було зафіксовано зменшення рівня генерації в безхмарний день якраз опівдні. Сонце в цей час має стати на найближчий кут до перпендикуляра до поверхні фотоелектричних панелей. Відповідно і має збільшитися вироблення електричної енергії. Але цього не відбувалося. Величина генерації навпаки зменшилася. І спад генерації був суттєвим, майже 30%.

Мета дослідження. Спробувати знайти причини зменшення літньої генерації опівдні і розробити заходи що мають ліквідувати таке явище.

Основні матеріали досліджень.

При обговоренні проблеми були висунуті декілька гіпотез:

- панелі не встигають перетворити максимальний потік променистої енергії;
- немає куди подіти енергію в обідній час;

- похибка обладнання вимірювання i , що викликана перегрівом обладнання;
- похибка в роботі інвертора що пов'язано із нагрівом інвертора;
- нагрів самих фотоелектричних панелей;
- інші причини.

Було проведено заміри і додаткові обстеження обладнання сонячної станції. В результаті було з'ясовано, що температура в приміщенні де розташовано інвертор дійсно піднімається майже до 40°C , що не дозволяє нормально охолоджувати обладнання. А це може призводити до зменшення інвертування і видачі енергії в мережу.

В той же час, панелі сонячної станції нагріваються максимально якраз в цей час, коли сонце стоїть в зеніті. Температура панелей досягала 65°C . Таке підвищення температури може суттєво зменшити ККД сонячних панелей. Основа конструкції фотоелектричних панелей – напівпровідниковий кристал. А при підвищенні його температури генерація має спадати. Що обумовлюється фізичними властивостями самих кристалів. Всі виробники Сонячних панелей дають попередження щодо їх використання у строго відповідному температурному діапазоні.

Запропоновано: встановити систему охолодження повітря для приміщення в якому розташовано інвертор і силове обладнання; розробити системи по відбору тепло з поверхонь фотоелектричних панелей. До таких систем можуть відноситись системи які вловлюють променисту енергію Сонця і переводять її в тепло. Такі системи отримали назву Геліотеплових систем. Ми звернули увагу на Сонячні колектори, що використовують рідину як носій теплової енергії.

Тому було запропоновано об'єднати дві такі системи фотоелектричні панелі і Сонячні колектори в одну систему.

Висновки. Маючи в лабораторному використанні реальну сонячну станцію було зафіксовано факт зменшення генерації влітку в безхмарні дні в ті часи, коли сонце знаходилось в зеніті. Проведені заміри і обстеження виявили два най ймовірних фактори: температура в приміщенні де розташовано обладнання і перегрів панелей сонячним світлом. Розроблені заходи по зменшенню негативного ефекту. Прийнятні результати можливо досягти за рахунок внесення конструкційних змін в сонячну станцію.

УТИЛІЗАЦІЯ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ПОЛІВ ЗА ДОПОМОГОЮ СОНЯЧНОЇ СТАНЦІЇ

Омельченко В.Б.

Науковий керівник – Карпалюк І.Т., канд. техн. наук, доцент

Постановка проблеми, аналіз останніх досліджень і публікацій. Стрімкий розвиток технологічного прогресу призвів до широкого розповсюдження електромагнітних пристроїв. Що викликано нагайною потребою цивілізації в комунікаціях. Доступ до всесвітньої мережі інтернет тепер не просто потреба, а технічна необхідність.

Значна кількість передавальних пристроїв призводить до значних значень напруженості електромагнітного поля. І хоча одиночна потужність таких пристроїв не надто велика, але кількість ретранслюючих пристроїв збільшується за прогресією. Напруженість електромагнітних полів має наводити ЕРС і передавати свою потужність туди. Виникає питання: хто виступає приймачем таким полям? Може разова дія незначних полів і не має значного впливу на людину, але постійна дія однозначно призведе до негативних наслідків. Тому було запропоновано зменшити кількість пере відбить електромагнітних випромінювань за рахунок використання поглинаючих поверхонь. В якості таких поглинаючих поверхонь пропонується використовувати сонячні електричні станції. Мета такого заходу – переводити електромагнітні поля в корисний електричний струм.

Мета дослідження. Дослідити величини наведених полів на поверхнях фотоелектричних панелей електричної сонячної станції кафедри СЕтаЕМ.

Основні матеріали досліджень. Було виконано заміри рівнів генерації сонячної станції без наявності сонячного випромінювання. Моніторинг проводився із автоматичним записом показань приладів.

Висновки. За результатами досліджень отримані результати показують, що фотоелектричні панелі виконували свою функцію поглинання електромагнітних полів, але величини електромагнітних полів, які перетворюються в електричний струм мають дуже малі значення для їх використання в якості відчутного живлення. Це в першу чергу пов'язано із малими значеннями ККД фотоелектричних панелей. Є сенс продовжити дослідження.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВЕЛИЧИН ЗСУВУ ФАЗ В ТРАНСФОРМАТОРАХ НАПРУГИ ІЗ ПЕРПЕНДИКУЛЯРНОЮ НАМОТКОЮ ОБМОТОК

Панарін Є.О.

Науковий керівник – Карпалюк І.Т., канд. техн. наук, доцент

Постановка проблеми, аналіз останніх досліджень і публікацій. Розроблені на кафедрі СЕтаЕМ трансформатори із перпендикулярною намоткою обмоток дозволили провести цілу низку досліджень із зазначеними приладами. Такі трансформатори було виконано фізично і всі досліди проводились на лабораторному зразку. Сама наявність існування магнітно-електричних ефектів в трансформаторах при перпендикулярній намотці котушок викликала додаткові експерименти. Деякі з таких ефектів було цікаво дослідити глибше вивчити для можливості використання їх в електроенергетичних системах. Так для електроенергетичних систем важливо узгодженість джерела і споживача. Узгодженість споживач-джерело вимагає керованості декількох параметрів один з яких є зсув струму відносно напруги.

У трансформаторів що намотані нетрадиційним способом ефект зсуву фаз підтверджено експериментами.

Щоб перевірити властивості ефекту зсуву фази, була зібрана лабораторна установка на якій і проводилися експерименти по з'ясуванню залежності косинусу кута від форми трансформатора, порядку намотки обмоток, частоти струму для трансформаторів із перпендикулярно намотаними котушками.

Мета дослідження. Дослідити величини косинусу кута в залежності від форми, порядку намотки обмоток, частоти струму для трансформаторів із перпендикулярно намотаними обмотками.

Основні матеріали досліджень. Було виконано трансформатори напруги трьох різних форм. Ці трансформатори мали первинну і вторинну обмотки, що намотувалися перпендикулярно одна одній.

Косинус кута визначали за осцилограмами. Величини косинусу кута вимірювали на різних частотах від 10 Гц до 20000 Гц

Висновки. Косинус кута трансформаторів напруги що мають обмотки із перпендикулярною намоткою мають достатні величини для спроби використати їх для корекції і узгодження джерело споживач в електричній мережі.

ЕЛЕКТРОМАГНІТНА СУМІСНІСТЬ. ЗАХОДИ ЩОДО ЗМЕНШЕННЯ ГАРМОНІК

Сенько О.С.

Науковий керівник – Карюк А.О., асистент

Для енергосистеми України питання електромагнітної сумісності є досить новим і актуальним. Про це свідчить мала накопичена база за показниками якості електроенергії, недостатність і недосконалість затверджених методів по визначенню внесених в електричну мережу електромагнітних завад різними споживачами, приєднаних до одного джерела живлення.

На сьогодні основним затвердженим документом, від якого можна відштовхуватися при оцінці якості електроенергії, залишається ГОСТ 13109-97 «Норми якості електричної енергії в системах електропостачання загального призначення».

Зокрема, розглядаючи такі показники якості, як коефіцієнт спотворення синусоїдальності форми кривої напруги і коефіцієнту n -ої гармонійної складової напруги і коефіцієнт спотворення синусоїдальності струму і коефіцієнтом n -ої гармонійної складової струму потрібно враховувати, що дані явища погіршують як роботу безпосередньо споживачів електроенергії, так і мережі живлення, приводячи до резонансних явищ в енергосистемі, збільшуючи втрати в ній, зменшуючи пропускну здатність мережі.

Джерела спотворення синусоїдальної напруги можуть бути згруповані по основним типам:

1. Силове електронне обладнання: частотні приводи змінного струму, приводи постійного струму, джерела безперебійного живлення, випрямлячі, конвертори, тиристорні системи, діодні мости, плавильні печі високої частоти.
2. Зварювальні апарати, системи управління струмами накладеної частоти, дугові сталеплавильні печі які генерують широкий і безперервний спектр гармонік.
3. Трансформатори з нелінійними характеристиками.
4. Статичні перетворювачі частоти, циклоконвертори.
5. Двигуни, генератори, і т.д., двигуни можуть генерувати гармоніки через наявність зазору між статором і ротором.
6. Побутова техніка: комп'ютери, телевізори, СВЧ-печі.
7. Освітлювальні установки.

Зниження несинусоїдальності напруги забезпечується або раціональними побудовами схем електричної мережі підприємств, при якій коефіцієнт перекручування кривої напруги буде в допустимих

межах, або застосуванням спеціальних схем нелінійних навантажень, а також коригувальних пристроїв.

Найбільш ефективними засобами боротьби з гармоніками, є запобігання створення завад, що генерують гармоніки. Зокрема, в обертових машинах число, форма і розподіл пазів повинні бути підбрані так, щоб знизити принаймні гармоніки низького порядку (це добре вдалося зробити щодо гармонік 3, 5 і 7-го порядків, дещо гірше – для гармонік вище 7-го порядку, а гармоніки вище 11-го порядку мають незначні коефіцієнти). Подібні конструктивні заходи не завжди економічно обгрунтовані, тому слід шукати оптимальне співвідношення між вартістю апарату і втратами, викликаними гармоніками.

Є і такі апарати, в яких не можна зменшити гармоніки конструктивними засобами (наприклад, в випрямлячах, металевих ртутних випрямлячах). При цьому між апаратом і системою необхідно мати у своєму розпорядженні пристрій, здатний перешкодити гармонікам поширення в електричну систему. Цей пристрій є фільтром, іноді складається з конденсаторів, іноді поєднанням ємнісних і індуктивних опорів, включених послідовно і паралельно таким чином, щоб отримати смугу пропускання необхідної ширини. Ефективним є спосіб, що перешкоджає поширенню гармонік за рахунок застосування трансформатора, в якому хоча б одна з обмоток з'єднана в «трикутник».

Для конденсаторних батарей, які дуже чутливі до перевантажень гармоніками, можливе застосування послідовно підключення індуктивностей для створення таким чином фільтра низьких частот; На практиці відсоток гармонік напруг, що існують в системі, майже завжди досить малий і не викликає небезпечного нагрівання конденсаторних батарей (при відсутності інших резонансних явищ).

Висновок. Виходячи з вищеперерахованого, можна сказати, слід більш детально вивчати джерела виникнення гармонік, для зменшення їх впливу на електричну мережу, а у тих випадках, де гармоніки стають шкідливими, треба намагатися перш за все уникнути їх посилення, створюючи для них настільки «гострий» резонанс, щоб зміни ємнісних (або індуктивних) опорів установки були достатні для усунення тих чи інших гармонік.

1. ГОСТ 13109-97 «Норми якості електричної енергії в системах електропостачання загального призначення».

2. Гаврилов Ф. А. Показатели качества электроэнергии / Ф. А. Гаврилов. – Приазовский ГТУ, 2007 г. – 96 с.

ПРО РЕАКТИВНУ ПОТУЖНІСТЬ АСИНХРОННИХ ДВИГУНІВ ПРИ ТИРИСТОРНОМУ КЕРУВАННІ

Куцин В.О.

Науковий керівник – Ковальова Ю.В., канд. техн. наук, ст. викладач

Для регулювання швидкості асинхронних двигунів з короткозамкненим ротором використовують тиристорні регулятори напруги, які регулюють величину першої гармоніки мережної напруги.

При синусоїдному живленні реактивною потужністю асинхронних двигунів називають добуток фазних напруги, струму та синусу кута зсуву між ними. Проведемо аналіз щодо функціональної залежності між реактивною потужністю і кутом фазового зсуву з точки зору причинно-наслідкових зв'язків між ними. Величина фазового зсуву струму залежить від індуктивності котушки і, отже, від величини реактивної потужності. Реактивна потужність є аргумент, а кут зсуву струму є функція. Визначення поняття «реактивна потужність» через формулу для її обчислення не є однозначним, оскільки існує три її значення: миттєва, максимальна і діюча, це по-перше. По-друге, наявність кута зсуву струму від напруги є необхідною, але не достатньою ознакою споживання реактивної потужності, оскільки кут зсуву струму відносно напруги може бути спричинений роботою тиристорного перетворювача напруги, і не пов'язаний з індуктивністю котушки. Отже, виникає задача сформулювати поняття «реактивна потужність» для асинхронних двигунів з тиристорним керуванням та визначити методику для її розрахунку.

Згідно аксіом термінології у визначенні понять, які відображають явища, повинні бути обов'язково вказані характерні ознаки притаманні лише цим явищам. Використання математичних формул у якості визначення понять не відображає характерні ознаки явища. Необхідною і достатньою ознакою реактивної потужності є факт її повернення до джерела напруги. Виходячи з цього, реактивна потужність асинхронного двигуна це складова повної потужності, яка послідовно перетворюється в потужність магнітного поля в обмотках при зростанні струму, далі в потужність електричного поля при спаданні струму і повертається в електромережу у формі реактивного струму. Таке визначення реактивної потужності відповідає і для синусоїдних і для несинусоїдних режимів роботи асинхронного двигуна. Для несинусоїдних режимів існує декілька теорій реактивної потужності. Теорія Будеану визначає амплітудне або діюче значення реактивної потужності аналогічно для синусоїдних режимів $Q = \sum Q_i = \sum U_i I_i \sin \varphi_i$, де U_i та I_i – діючі або амплітудні значення напруги і струму i -тих гармонік,

φ_i – кут зсуву фаз між струмом та напругою i -ї гармоніки. Активна потужність дорівнює сумі активних потужностей i -тих гармонік $P = \sum U_i I_i \cos \varphi_i$. Повна потужність визначається за формулою $S = UI$, де U, I – діючі значення несинусоїдних напруги і струму.

Теорія Будаєну ґрунтується на методі Фур'є та відповідає принципу суперпозиції з теорії електричних кіл для окремих гармонік напруги і струму. Проте представляти несинусоїдну реактивну потужність через суму добутків гармонічних складових двох інших несинусоїдних величин метод Фур'є не передбачає і тому з'являється нерівність: сума квадратів діючих значень активної і реактивної потужностей не дорівнює квадрату діючого значення повної потужності, тобто $S^2 > Q^2 + P^2$. Для виходу з такої ситуації Будаєну вводить поняття потужності спотворення і тоді повна потужність має не дві, як при синусоїдних режимах, а три складові: активну, реактивну і потужність спотворення $S = \sqrt{P^2 + Q^2 + D^2}$. Метод розрахунку на основі теорії Будаєну можна використовувати, але необхідно знати похибку при розрахунку, яка дорівнює потужності спотворення.

Теорія Фризе ґрунтується на понятті «пасивний струм» (в нашому розумінні це реактивний струм) i_p , який за визначенням Фризе є складова повного струму i_n . Після компенсації реактивного струму споживання струму від джерела зменшується. Тобто, після компенсації реактивний струм не повертається до джерела і графік активного струму i_a співпадає з графіком напруги. Миттєве значення повного струму дорівнює $i_n = i_a + i_p$. Далі через формули потужності, діючих значень струму і напруги виводяться класичні вирази $I_n^2 = I_a^2 + I_p^2$, де I_a, I_p – діючі значення активної і реактивної складових несинусоїдного струму. Відзначимо, що ця формула відповідає закону збереження електроенергії, оскільки теплова потужність пропорційна квадрату струму, тоді тепло, створене повним несинусоїдним струмом дорівнює сумі тепла від його складових.

1. Герасимьяк, Р. П., Асинхронный электропривод с тиристорным управлением / Р. П. Герасимьяк, В. А. Лещев, Н. С. Путилин. – К. : Техника, 1984. – 150 с.

Виноградов, А. А. Анализ потребления реактивной мощности в электрических сетях 0,4-10кВ / А.А.Виноградов // Світлотехніка та електроенергетика. – ХНАМГ; 2007. – № 3-4. С. 50-53.

НОВІТНІ КОНСТРУКЦІЇ СИЛОВИХ ТРАНСФОРМАТОРІВ

Курдеман М.К.

Науковий керівник – Гаряжа В.М., доцент

Електроенергія на шляху до споживачів багаторазово трансформується. Незважаючи на високий коефіцієнт корисної дії трансформаторів втрати електричної енергії в них значні, тому бажаним є зниження кількості трансформацій, краще використання трансформаторів і поліпшення їх технічних характеристик. Проблема особливо актуальна для силових розподільних трансформаторів, оскільки їх доля в структурі систем електропостачання найбільша.

В сучасних умовах до трансформаторів, як нових конструктивних виконань, так і до традиційних, істотно підвищилися вимоги з енерго- і ресурсозберігання, пожежо- і вибухобезпечності, екологічності, конкурентоспроможності.

Необхідний парк силових розподільних трансформаторів можливо забезпечити двома шляхами:

1 - випуском нових серій трансформаторів, як традиційних конструктивних виконань, так і з використанням інноваційних електротехнічних матеріалів і технічних рішень;

2 - за рахунок ремонту і модернізації трансформаторів, які вже відпрацювали нормативний термін експлуатації.

Після тривалого періоду зростання потужності і напруги трансформаторного обладнання акценти змістилися до застосування новітніх матеріалів для магнітопроводів, провідників, електричної ізоляції. У ряді країн (США, Німеччині, Франції, Китаї та ін.) освоєне або підготовлене промислове виробництво високотемпературних надпровідних (ВТНП) матеріалів, придатних для створення і виробництва нового покоління силових трансформаторів. Їх обмотки охолоджуються до рівня температур рідкого азоту.

Трансформатори на основі ВТНП мають більшу питому потужність, на 70-90% менші електричні втрати, масу і розміри порівняно із звичайними; в них відсутнє теплове старіння ізоляції; завдяки заміні масла екологічно чистим рідким азотом вони менш небезпечні для довкілля.

Поряд з використанням ВТНП перспективним є застосування трансформаторів з елегазовою ізоляцією перевагами яких є екологічність і пожежобезпечність. Крім елегазу в таких трансформаторах використовується композитні ізоляційні матеріали з різною діелектричною проникністю, які розміщуються в зонах максимальної напруженості поля всередині трансформатора.

Проривом в галузі трансформаторних технологій можна вважати трансформатори типу Dryformer, розроблені компанією ABB. Їх обмотки виконуються кабелем - усередині пучок багатожильного проводу для виключення нерівномірності поля внаслідок багатожильності, вміщений в тонкий шар напівпровідного матеріалу і закладений в поліетилен, товщина якого вибирається з міркувань електричної міцності. Зовнішня оболонка-екран, виконана також з напівпровідного матеріалу, заземляється на кожному витку вздовж обмотки, тобто електричне поле повністю знаходиться всередині твердого діелектрика. Такі трансформатори мають повітряне охолодження і отримали назву кабельних. Відсутність масла, зниження об'єму горючих матеріалів порівняно із звичайними трансформаторами усуває ризик пожежі, вибуху, забруднення води і ґрунту і дає змогу застосування в зонах з великою щільністю населення та в підземних установках. Для таких трансформаторів не потрібні вводи високої напруги - кабель просто протягується до розподільчої установки на будь-яку довжину. Принципово Dryformer знижує загальні втрати в мережі завдяки тому, що його можна встановити як завгодно близько до місця розташування навантаження. Перевагтажувальна здатність Dryformer обмежена не старінням ізоляції, а зниженням механічної міцності обмотки, ізолюваної поліетиленом при підвищенні температури. На сьогодні значним недоліком такого трансформатора є висока ціна (приблизно вдвічі вища, ніж традиційного).

Зазвичай силові трансформатори мають комбіновану ізоляцію: тверда - целюлозна, рідка - мінеральне масло. Навантажувальна здатність трансформаторів може бути істотно підвищена за рахунок вживання так званої "гібридної" ізоляції, коли в найбільш нагрітих частинах обмоток целюлозна ізоляція замінюється на високотемпературну арамідну ізоляцію. Такі трансформатори отримали назву трансформаторів з гібридною ізоляцією.

Завдяки тому, що дорога високотемпературна ізоляція застосовується в обмежених об'ємах, вартість трансформатора підвищується незначно. Вживання гібридної ізоляції дозволяє зменшити масу і габарити трансформатора, понизити витрати на його обслуговування.

Істотною перевагою є незначна усадка арамідних матеріалів під впливом сил стискування, що гарантує збереження початкового рівня запресування обмоток - важливого чинника в забезпеченні стійкості трансформатора при КЗ.

РЕАКТИВНА ПОТУЖНІСТЬ В МЕРЕЖАХ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ

Тетерев В.О., Афоніна А.В.

Науковий керівник – Якунін О.А., канд. техн. наук, асистент

Актуальність проблеми. Залежно від виду використовуваного обладнання навантаження підрозділяється на активне, індуктивне і ємнісне. Частіше за все споживач має справу зі змішаними активно-індуктивними навантаженнями. Відповідно, з електричної мережі відбувається споживання як активної, так і реактивної енергії. Активна енергія перетворюється в корисну – механічну, теплову та ін. енергії. Реактивна енергія витрачається на створення електромагнітних полів в електродвигунах, трансформаторах, індукційних печах, зварювальних трансформаторах, дроселях і освітлювальних приладах, що є специфікою їх конструкції та роботи.

Наукова новизна роботи. Специфіка реактивної потужності полягає в тому, що, на відміну від активної, вона двічі за період проходить шлях від генерації до споживача, чим обумовлюється підвищена втрата потужності в елементах мережі електропостачання.

Мета. Дослідити питання розділення реактивної потужності на складові та методи їх розрахунку.

Виклад основного матеріалу. Протягом останнього століття при суттєвому розвитку мереж електропостачання та підвищення різноманітності споживачів, розроблено та сконструйовано різні пристрої для «компенсації» реактивної потужності. Так під «компенсацією» розуміють встановлення елементів генерації реактивної потужності поблизу її споживачів, чим досягається зниження втрат в мережах при її передачі.

Чисто математичне виокремлення активної і реактивної складових повної потужності ввійшло в наше життя і дехто вважає це природним та єдино вірним підходом, проте це не так. Таким чином досягається спрощення базових рахункових формул, але насправді по мережі «тече» повна потужність.

Так, одні науковці стверджують, що реактивна потужність є небажаною і негативною, а інші, що вона потрібна для функціонування різних пристроїв, зокрема двигунів, що обумовлюється їх конструкцією.

Існує базова теорія розрахунку реактивної потужності. Наразі сучасна обчислювальна техніка дозволяє розглянути більш детальні підходи обчислення потужностей, що в перспективі дозволить ефективніше компенсувати реактивну потужність, а відтак – підвищити

ефективність використання електроенергії, та використовувати менше та матеріалів для реалізації мережі електропостачання.

Одним із цікавих споживачів електроенергії із суттєвою долею в споживаній потужності реактивної складової є установки із розрядними лампами(РЛ), – комплекти «розрядна лампа – пускорегулюючий апарат». Де пускорегулюючий апарат (ПРА) вносить суттєвий вклад, бо найпоширенішим є простий індуктивний ПРА. Особливістю РЛ є їх поведінка протягом періоду напруги живлення, а також поступовий процес їх «старіння» – погіршення техніко-економічних показників.

Практично вся реактивна потужність комплекту «Розрядна лампа – ПРА» обумовлюється реактивною потужністю спотворення ПРА. Неврахування потужності спотворення рівнозначно заниженню значення повної потужності комплекту приблизно в 2–3 рази. Цьому відповідає зростання втрат потужності в мережах АР в 1,5–2 рази і напруги – в 1,2–1,5 рази.

Висновки. Розділення потужності на складові дозволяє розглядати окремо їх вплив та методи компенсації. Використання сучасних методів обрахунку реактивної потужності дозволить використовувати сучасні мікропроцесорні пристрої компенсації.

1. Говоров В.Ф. Компенсация реактивной мощности в электрических сетях с разрядными лампами / Ф.П. Говоров, О.В. Терьошин, А.И. Ганус, В.Ф. Говоров // Технічна електродинаміка, 2010. – тем. вип. Ч.2. – С. 37-42.

2. Говоров Ф. П. К вопросу о реактивной мощности в осветительных установках с разрядными лампами/ Ф. П.Говоров., В. Ф.Говоров, И. М. Четверикова, Терешин В.Н., Денисенко В.И. // Технічна електродинаміка. Тематичний випуск: «Проблеми сучасної електротехніки», частина 5. – 2008. – С. 13-17.

3. Говоров Ф. П. Баланс мощности в разрядной лампе/ Ф. П. Говоров, В. Ф. Говоров // Світло люкс. – 2010. – №5. – С. 52-57.

ДОСЛІДЖЕННЯ ЯКОСТІ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ В МЕРЕЖАХ ДО 1 КВ

Дащенко А.С.

Науковий керівник – Волкова О.Ю., канд. техн. наук, доцент

Питання впливу вищих гармонійних складових струму від світлодіодних світильників на роботу електрообладнання електроустановок споживачів є досить актуальним, тому що вищі гармоніки призводять до виходу з ладу та аномальним режимам роботи технологічного обладнання та, як слідство, матеріальним втратам. Для визначення відповідності світлодіодних (СД) світильників типу LED – SU-24 Нор-

мативним документам необхідно порівняти його характеристики з загальними вимогами та, насамперед, показниками якості електроенергії.

Для цього необхідно:

- дослідити вольт-амперні характеристики джерела світла (ДС);
- дослідити гармонійні складові струму в освітлювальній мережі;
- виміряти параметри СД-світильника при роботі в мережі з лампами типу ДНаТ.

Відповідно до Паспорту світильника він призначений для стабільної роботи в мережі змінного струму з номінальною напругою 170-220 В, при частоті 50-60 Гц. Світильник має потужність 125 Вт.

Форма кривої сигналу може бути описана або в часовій, або в частотній області. Теоретично подібне подання можливо лише у випадку, коли хвиля складається з нескінченного числа циклів. На практиці такого не існує, тому що зміна навантаження призводить до зміни змісту гармонік. Варто розрізняти гармоніки в сталих режимах, коли форма кривої не змінюється і гармоніки в перехідних режимах, коли форма кривої істотно змінюється від циклу до циклу. Будь-яка безперервна функція, що повторюється на інтервалі T , може бути представлена сумою основного синусоїдального компонента і серії гармонійних складових більш високого порядку із частотами, кратними основній частоті. Гармонійний аналіз являє собою процес розрахунку значень і фаз основної частоти і гармонік більш високого порядку періодичної кривої. Результуючий ряд, відомий як ряд Фур'є і являє собою співвідношення між функцією в часовій області й відповідній функції в області частот.

Для проведення вимірів [1] було використано реєстратор якості електроенергії для трифазної мережі «Fluke 1760», який повністю відповідає класу А стандарту IEC 61000-4-30. Він призначений для детального аналізу якості електроенергії й безперервної перевірки на відповідність стандартам.

Сконструйований для аналізу, як комунальних, так і промислових енергорозподільчих систем у мережах середньої та низької напруги, даний вимірювач якості напруги забезпечує гнучкість налаштування граничних величин, алгоритмів, а також опцій вимірів. Даний реєстратор характеристик електроживлення дозволяє фіксувати максимально повний спектр подробиць за параметрами. Перший етап полягав у дослідженні вольт-амперних характеристик, для одного світильника. На рисунку 1 наведені графіки, зняті за допомогою реєстратора якості електроенергії для мережі «Fluke 1760», що дозволяють дослідити параметри якості.

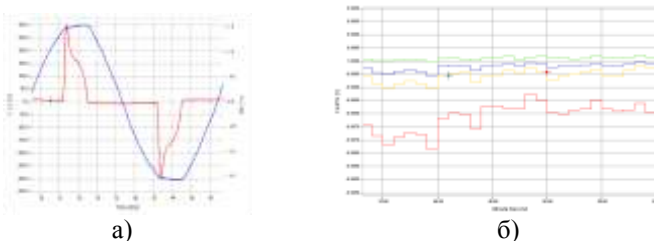


Рисунок 1 – а) Струм світильника та напруга б) Значення $\cos \varphi$ за трьома фазами мережі живлення

Значення коефіцієнту потужності коливалось від 0,62 до 0,63, а для $\cos \varphi$ складало 0,98 - 0,99.

Коефіцієнт потужності показує наскільки буде зсунуто по фазі струм відносно прикладеної напруги. Чим менше буде значення коефіцієнту потужності за $\cos \varphi$, тим більше буде викривлення. По результатах обстежень чітко простежується необхідність симетрування фаз в мережі освітлення, де встановлені світильники. Також пропонується встановлення коректора коефіцієнта потужності. По результатах гармонійного аналізу світильник відповідає всім вимогам [2].

1. Дослідження роботи світлодіодних світильників в системі зовнішнього освітлення: матеріали міжнар.наук.-техн. конф. молодих учених та студентів [«Актуальні задачі сучасних технологій»], (Тернопіль, 19-20 грудня 2012). – Тернопіль:ТНТУ, 2012. - 388 с.

2. Межгосударственный стандарт 13109-97 Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения.- Введ. 01.01.1999

ДОХІД ВІД ЗНИЖЕННЯ ВТРАТ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ В ЕНЕРГОПОСТАЧАЛЬНІЙ КОМПАНІЇ ПРИ ПЕРЕХОДІ НА НАПРУГУ 20 КВ

Щербіна М.Д.

Науковий керівник – Волкова О.Ю., канд. техн. наук, доцент

Дослідження режимів роботи електричних мереж 20 кВ у регіоні дії ПС 110 кВ ТЕЦ-2 «Есхар» довели, що у порівнянні з електричною мережею 3 кВ в регіоні відзначається суттєве зниження втрат потужності, яке досягає, практично, 40-кратного зменшення. Проведені розрахунки електричних режимів зимового максимуму навантаження надали змогу провести теоритичну порівняльну характеристику двох можливих варіантів розвитку розподільної мережі, яка показує, що з переведенням електричних мереж 3 кВ на клас напруги 20 кВ здійснюється наступне зниження втрат потужності

Таблиця 1 – Втрати енергії в мережі

Сценарій зростання навантаження	Навантаження ПС «Есхар» (МВт)	Втрати потужності в мережі 3 кВ $\Delta P_{\text{МАКС}}$ (МВт)	Втрати енергії в мережі 3 кВ, ΔW	Втрати потужності в мережі 20 кВ $\Delta P_{\text{МАКС}}$ (МВт)	Втрати енергії в мережі 20 кВ ΔW
песимістичний	6,8	2,8	7	0,067	0,1675
оптимістичний	10	3,54	8,85	0,152	0,38

Річний час максимальних втрат електричної потужності в мережі АК «Харківобленерго» прийнято на рівні 1500 годин у відповідності залежності часу втрат від річної тривалості використання максимуму активного навантаження [1]. Середня питома вартість втрат електричної енергії в мережі 35/10/6/0,4 кВ – прийнята на рівні закупівельної ціни на електроенергію на протязі 2016 р. в АК «Харківобленерго» – 1,357 грн./кВт*год ($T_{\text{втрат}}$). За цих умов, щорічний обсяг економії електроенергії від зниження втрат потужності складе для зростання потужності ПС 110 кВ ТЕЦ-2 «Есхар»: 4,0995 млн. кВт*год.

1. Справочник по проектированию электроэнергетических систем. Под ред. С.С. Рокотяна, И.М. Шапиро. М.: Энергоатомиздат, 1985 - 352с.

ЕНЕРГОАУДИТ В СИСТЕМАХ ОСВІТЛЕННЯ ВУЛИЦЬ ТА МАГІСТРАЛЕЙ МІСТ

Побережний Д.О.

Науковий керівник – Волкова О.Ю., канд. техн. наук, доцент

Одним із споживачів електричної енергії є освітлення, на його потреби витрачається порядка 20% всієї спожитої енергії. Для виявлення показників, що характеризують ефективність освітлювальних установок (ОУ) необхідно проводити аналіз їх роботи протягом всього терміну експлуатації системи зовнішнього освітлення. Актуальним є дослідження системи зовнішнього освітлення в цілому, з подальшим аналізом її стану та рекомендаціями щодо проектування і експлуатації світлоточок. Саме для цього необхідно розглянути питання енергоменеджменту. Енергетичне обстеження розглядається як перший крок у формуванні менеджменту енергозбереження.

Згідно визначення менеджменту енергозбереження в ньому передбачаються наступні форми процесів: отримання енерготехнологічної інформації за допомогою обліку; проведення типового енерготех-

нологічного вимірювання та перевіряння; аналізування ефективності використання паливно-енергетичних ресурсів; впровадження енергозберігаючих заходів.

Виходячи з цього можна стверджувати, що діяльності з енергетичного менеджменту зводиться до наступного - а саме до енергоаудиту. Задачі енергоаудиту полягають в енергетичному обстеженні стану електроенергетичного об'єкту. Призначення енергоаудиту полягає в формуванні менеджменту (заходів та етапів) енергозбереження. Для визначення ефективності був проведений енергоаудит систем зовнішнього освітлення міста Харкова. За ітогами енергоаудиту в подальшому можна розробити енергетичний паспорт та запропонувати варіанти енергозберігаючих заходів та технічних рішень по раціональному використанню енергії та зниженню затрат на енергоресурси.

Досвід європейських країн показує, що при використанні раціонального підходу до освітлення суттєво зменшуються витрати на енергоспоживання для систем ЗО [1]. Одним з показників, який характеризує економію електроенергії для потреб зовнішнього освітлення є середня споживча потужність світильників, що освітлюють вулиці міст. Це стає можливим при паспортизації всіх складових системи зовнішнього освітлення та проведення, так званого, енергетичного обстеження.

В роботі [2] розглянуто методику, основу на критерії «прибуток/годові експлуатаційні витрати», в якій виявляються кількісні значення прибутку та витрат. Також зазначається, що для оцінки ефективності системи освітлення необхідно провести : збір та аналіз даних, що впливають на витрати та кошторис електроенергії; вивчення способу керування службою експлуатації, визначення характеристик обладнання та режимів його технічного обслуговування; оцінку експлуатаційних характеристик освітлювального обладнання; аналіз статистичних даних про освітлювальне обладнання в процесі експлуатації. В результаті оцінки виявляється, що енергоспоживання збільшується відносно розрахункового значення через недоліки в управлінні та технічному обслуговуванні. Технічне обслуговування повинно включати не тільки заміну непрацюючих ламп, але і проведення технічних оглядів з профілактичною плановою роботою; ефект від зменшення освітленості, а також від постійно недіючих ламп дає відхил, при оцінці ефективності різних режимів обслуговування, до 30%.

Як показують дослідження, є реальні можливості знизити витрати електроенергії без погіршення умов освітленості за рахунок удосконалення засобів та способів освітлення, реконструкції діючих ОУ та

організації їх раціональної експлуатації. Так, за підсумками спостереження з'ясувалося, що при збільшенні кількості ламп типу ДНаТ на 13,95% загальні витрати електроенергії на одну світлоточку зменшились на 7,75 %, протягом 2015 року, у 2016 на 10 % збільшилась кількість ламп типу ДНаТ, а витрати електроенергії на одну світлоточку зменшились на 5 %. При оцінці ефективності систем зовнішнього освітлення враховують капітальні витрати та економічний ефект від використання світлотехнічного та електротехнічного обладнання. Але важливу складову в оцінці ефективності має відігравати обслуговування цих систем. Щоб дати точну оцінку ефективності роботи ОУ треба відстежувати стан роботи світлоточки в період експлуатації та виявляти оптимальні напрямки роботи по обслуговуванню систем освітлення, час планових замін, своєчасних модернізацій тощо.

1. Тетри Э. Тенденции развития энергетического освещения / Э. Тетри, Л. Халанен // Светотехника. – 2007. – №6. – С. 51 – 52.
2. Манцано Е.Р. Методика оценки эффективности городского освещения / Е.Р. Манцано, Р.Сан Мартин // Светотехника.- 2000.- №4. – С. 27-30.

ДОСЛІДЖЕННЯ РАЦІОНАЛЬНОСТІ ЗАМІНИ МЕРЕЖ 10 КВ НА МЕРЕЖІ 20 КВ

Пампура В.А.

Науковий керівник – Волкова О.Ю., канд. техн. наук, доцент

У відповідності до рішення спільної наради від 18.07.2016 року за участю НКРЕКП, Міненерговугілля, ДП «НЕК Укренерго», Держенергонагляду, Держенергоефективності, ліцензіатів з передачі та постачання електричної енергії з питань підвищення енергоефективності роботи електромереж та зменшення втрат в розподільних мережах 10 (6) кВ шляхом переходу на клас напруги 20 кВ в даній роботі розглянуте питання комплексного переведення електричних мереж 3 – 6 – 10 кВ району ПС 110 кВ ТЕЦ-2 «Есхар», Чугуїв та ПС 35 кВ Тепличний комбінат на клас напруги 20 кВ, як найбільш «застарілих», особливо електричних мереж 3 кВ селища Есхар котрі потребують негайної реконструкції. Основними перевагами впровадження в електричних мережах рівня напруги 20 кВ є: збільшення пропускної спроможності електричної розподільної мережі; збільшення радіусу покриття споживачів; зниження втрат електричної енергії; підвищення якості напруги в електричній розподільній мережі; вирішення проблеми переходу на електроопалювання побутових споживачів; підвищення рівня автоматизації мережі.

Основними критеріями для розгляду питання переходу на клас напруги 20 кВ розподільної мережі 6 кВ міста Чугуїв, є: клас напруги 6 (10) кВ з обмеженою пропускнуою спроможністю електричних мереж в ремонтних (післяварійних) схемах мережі; обмежений подальший розвиток з навантаження міста; стан обладнання та строк експлуатації мереж більший за 45 років, а деяких більше 55 років. До основних факторів, що реально зменшують витрати і збільшують доходи в результаті реалізації проекту, але не враховані поки в розрахованих кількісних показниках ефективності, відноситься перш за все – економія на зниженні збитку від ненадійності роботи мережі, що досягається, в основному, за рахунок переходу на сучасне обладнання з покращеними технічними характеристиками. Обладнання, що використовується дотепер в мережі та підлягає реконструкції чи повній заміні, знаходиться в експлуатації тривалий термін, що викликає постійну небезпеку виходу його з ладу, і, як наслідок, зниження надійності подачі електроенергії населенню і підприємствам, збільшення ризику травматизму виробничого персоналу, загрози екології на території енергооб'єктів. Інші фактори, що в певній мірі зменшують витрати і збільшують доходи (скорочення втрат енергії безпосередньо в новому електрообладнанні, скорочення витрат на паливо через зменшення виїздів ремонтних бригад і т.і.), через відсутність дотепер можливості чіткого їх визначення та обрахунку, а також за відсутності досвіду експлуатації нового обладнання та відповідної статистики, до уваги не приймаються та йдуть у якісний запас розрахунку. Особливо слід відзначити енергоефективну спрямованість даного проекту, що сприяє реалізації основних положень Енергетичної стратегії України щодо розвитку інфраструктури передачі електроенергії (перш за все за рахунок впровадження нових автоматизованих та інтелектуальних систем для забезпечення інтересів безпеки, економічності і ефективності в роботі нової мережі 20 кВ, що, в свою чергу, створює передумови виникнення перших в Україні «розумних енергосистем» – Smart Grid). Природно, що на початкових етапах свого становлення, це потребує додаткових витрат, які не можуть бути повернені в прийнятні терміни. Але комплексний підхід до вирішення проблем оптимізації розподільної електричної мережі, впровадження самовідновлювальних характеристик системи енергопостачання, отримання даних необхідного аналізу з підвищення безпеки, – в процесі експлуатації додадуть не тільки якісний запас наведених розрахунків показників ефективності роботи нової мережі 20 кВ, а набудуть конкретної кількісної оцінки [1]. Враховуючи переведення розподільних електричних мереж на напругу 20 кВ сел. Есхар

та організацією другого джерела живлення від ПС 110 кВ Чугуїв зі створенням РУ 20 кВ, можливо організувати поступовий перехід розподільної електричної мережі 6 кВ міста Чугуїв на напругу 20 кВ з встановлення другого силового трансформатора 110/20 кВ аналогічною потужністю 16 МВА з переформуванням електричних з'єднань РУ 110 кВ в схему «дві робочі системи шин» та розширенням РУ 20 кВ до схеми «одна робоча, секціонована вимикачем система шин».

1. Справочник по проектированию электроэнергетических систем. Под ред. С.С. Рокотяна, И.М. Шапиро. – М.: Энергоатомиздат, 1985. – 352с.

ВИЗНАЧЕННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ МЕРЕЖІ 20 кВ

Стаценін Д.С.

Науковий керівник – Волкова О.Ю., канд. техн. наук, доцент

Робота присвячена визначенню попередньої економічної ефективності доцільності заміни існуючих розподільних мереж 3 кВ АК «Харківобленерго» у порівнянні з варіантом переведення електричних мереж на клас напруги 20 кВ. Розрахунки техніко-економічної ефективності проведені на підставі діючого в цей час у Міністерстві енергетики нормативного документу [1]. Вихідними даними, які не піддавалися корегуванню при проведенні розрахунку, є: середня норма дисконту (Е) – 10%, що відповідає, приблизно, її рівню в країнах з розвинутою ринковою економікою; ставка податку на прибуток – 18%; норми амортизаційних відрахувань та технічного обслуговування і ремонтів прийняті відповідно до діючих норм та даних АК «Харківобленерго»; чинний тариф на передачу електроенергії для споживачів II класу – 0,16793 грн/кВт*год; середня закупівельна ціна на електроенергію на протязі 2016 р. в розподільній мережі АК «Харківобленерго» – 1,357 грн/кВт*год; число годин максимуму навантаження в мережі АК «Харківобленерго» – 2200 годин; річний час максимальних втрат електричної потужності в мережі АК Харківобленерго» – 1500 годин. За умови усіх наведених даних виконані розрахунки економічної ефективності впровадження нової мережі 20 кВ АК «Харківобленерго» в селі Есхар, Чугуївського р-ну Харківської області. Об'єктивно існує декілька показників, які впливають на підвищення економічної ефективності роботи мережі 20 кВ. Ці показники ефекту умовно можна поділити на такі основні три: зменшення втрат електричної енергії в мережі 20 кВ у порівнянні з існуючою 3 кВ, збільшення транзитів по мережам та підвищення надійності електропо-

стачання споживачів за рахунок створення резерву гарантованої потужності на ПС 20 кВ. Такий показник, як період окупності інвестицій можна застосовувати у якості додаткового критерію ефективності разом з іншими. Він дає інвесторові інформацію про те, коли його кошти можуть бути використані для нових вкладень (розширеного відтворення).

1. «Методики визначення економічної ефективності капітальних вкладень в енергетику. ГКД - 340.000.001 - 95».

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ НАДІЙНОСТІ СВІТЛОДІОДНИХ ЛАМП

Смиреньська Л.В.

Науковий керівник – Коробка В.О., ст. викладач

Актуальність проблеми Невпинний ріст вартості енергоресурсів, в тому числі і електричної енергії, висуває на перший план важливість економити її. З розвитком технологій над'яскравих світлодіодів стають більш популярні енергозберігаючі технології, застосовувані в освітленні. Технології виробництва світлодіодних ламп удосконалюється, але постає питання про споживчі характеристики світлодіодних ламп, зокрема про експлуатаційну надійність.

Наукова новизна роботи полягає у вивченні та систематизації відмов світлодіодних ламп.

Мета досліджень. Вивчити та систематизувати відмови, надати практичні рекомендації щодо відновлення працездатного стану світлодіодних ламп.

Основні матеріали досліджень. Електрична частина світлодіодної лампи складається з цоколя, безтрансформаторного драйвера, блоку світлодіодів. Під час експлуатації світлодіодних ламп ми виявили, що найпоширенішим видом відмов є перегорання одного із світлодіодів. Оскільки вони з'єднані послідовно (D3...D6), то лампа стає непрацездатною. Причиною такої відмови є, як правило, порушення теплового режиму світлодіодів. В нашій практиці зустрічалися і інші види відмов (втрата ємності електролітичними конденсаторами та втрата контакту в роз'ємі драйвера з блоком світлодіодів), перегорання резистора-запобіжника на вході драйвера.

Фірми-виробники виготовляють світлодіодні лампи неремонтопридатними, але наш низький життєвий рівень спонукає до розробки технологій діагностування та ремонту ламп. Акуратно демонтуємо розсіювач з відмовленої лампи, оглядаємо блок світлодіодів, перегорілий світлодіод легко помітити. Далі обчислюємо опір світлодіоду

за законом Ома, вибираємо найближче більше стандартне значення опору резистора. Замість перегорілого світлодіоду впаємо резистор потужністю 0,25 (0,5) Вт. Дотримуючись правил техніки безпеки випробуємо лампу, після успішного випробування встановлюємо розсіювач.

Розглянемо схему електричну принципову сучасної світлодіодної лампи на базі спеціалізованих мікросхем з погляду надійності, для цього застосуємо модель експлуатаційної надійності. Модель надійності це математична модель, що встановлює зв'язок між показниками надійності об'єкта, характеристиками надійності елементів, його структурою та параметрами процесу функціонування об'єкта. Для нашої моделі скористалися законом експоненційного розподілу відмов. Функція розподілу виглядає як

$$F(t) = 1 - e^{-\lambda t}, \quad (1)$$

де λ – інтенсивність відмов;

t – час, год.

Ймовірність безвідмовної роботи

$$R(t) = e^{-\lambda t}. \quad (2)$$

Світлодіодні лампи це системи з n послідовно з'єднаних елементів (відмова будь якого призводить до відмови системи).

Безвідмовна робота для них

$$A_{\text{посл}(t)} : A_{\text{посл}(t)} = \prod_{i=1}^n A_i(t), \quad (3)$$

Працездатний стан $C_{\text{посл}(t)}$ системи буде тільки за безвідмовної роботи усіх її елементів та працездатного їхнього стану відповідно:

$$C_{\text{посл}(t)} = \prod_{i=1}^n C_i(t). \quad (4)$$

Вихідними даними для розрахунку експлуатаційної надійності світлодіодної лампи будуть інтенсивності відмов елементів схеми λ_i :

для резистора (R) $\lambda_R = 0,4 \cdot 10^{-6}$; резисторів $n_R = 3$ шт.;

конденсатора (C) $\lambda_C = 0,02 \cdot 10^{-6}$; конденсаторів $n_C = 5$ шт.;

діода (D) $\lambda_D = 0,07 \cdot 10^{-6}$; діодів $n_D = 2$ шт.;

світлодіода (D) $\lambda_D = 0,21 \cdot 10^{-6}$; світлодіодів $n_D = 14$ шт.;

дроселя (L) $\lambda_L = 0,02 \cdot 10^{-6}$; дроселів $n_L = 1$ шт.;

інтегральної мікросхеми (IC) $\lambda_{IC} = 0,75 \cdot 10^{-6}$; мікросхем $n_{IC} = 3$ шт. [1];

час, який декларують заводи-виробники $t = 30000$ год.

Обчислимо ймовірність безвідмовної роботи резистора за виразом (2) $R(t) = e^{-10^{-6} \cdot 3 \cdot 30000} = 0,97$, а ймовірність безвідмовної роботи лампи становитиме $R_{\text{рез}} = e^{-28 \cdot 10^{-6} \cdot 30000} = 0,43$, тобто ймовірність відмови станови-

тиме $Q_{\text{рез}}=0,57$. Така висока ймовірність відмови говорить про те, що декларований час роботи 30000 год. дуже перебільшений.

Висновки. Світлодіодні лампи є перспективними джерелами світла. Декларований фірмами-виробниками час роботи надто перебільшений.

1. Кілібаєва Ж. К. Аналіз відмов і надійності напівпровідникових приладів та інтегральних мікросхем / Кілібаєва Ж. К. – Молодий вчений. – №8 (67), 2014.

ПРОБЛЕМИ СОНЯЧНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ

Корецький А.Ю.

Науковий керівник – Коробка В.О., ст. викладач

Сонячна енергетика – напрямок альтернативної енергетики, засноване на безпосередньому використанні сонячного випромінювання для отримання енергії в будь-якому вигляді. Сонячна енергетика використовує відновлювані джерела енергії і є «екологічно чистою», тобто не виробляє шкідливих відходів під час активної фази використання. Сонячна батарея – об'єднання фотоелектричних перетворювачів (фотоелементів) – напівпровідникових пристроїв, що прямо перетворюють сонячну енергію в постійний електричний струм. Акумулятор під'єднується до сонячній батареї через контролер, який контролює її заряд. Після заряду батареї на повну потужність до сонячної батареї підключається резистор, який поглинає надлишкову потужність. Для того щоб перетворити постійну напругу від акумуляторної батареї в змінну напругу, яку можна використовувати для живлення більшості електроприймачів, разом з сонячною батареєю необхідно використовувати спеціальні пристрої – інвертори.

Через свою низьку ефективність, яка в кращому випадку досягає 20 відсотків, сонячні батареї сильно нагріваються. Решта 80 відсотків енергії сонячного світла нагрівають сонячні батареї до середньої температури близько 55°C. Зі збільшенням температури фотогальванічного елемента на 1°, його ефективність падає на 0,5%. Ця залежність не лінійна і підвищення температури елемента на 10° призводить до зниження ефективності майже в два рази. Активні елементи систем охолодження (вентилятори або насоси) що перекачують холодоагент, споживають значну кількість енергії, вимагають періодичного обслуговування і знижують надійність всієї системи. Пасивні системи охолодження мають дуже низьку продуктивність і не можуть впоратися з завданням охолодження сонячних батарей.

При оцінці перспектив розвитку нетрадиційної енергетики, підкреслюється екологічна чистота поновлюваних джерел енергії, що

дійсно справедливо, але тільки для певних їх видів. В цілому ж нетрадиційні та відновлювані джерела енергії мають певний вплив на навколишнє середовище. Однак вони більш прийнятні з погляду впливу на екологію, ніж джерела традиційної енергетики.

Висновки.

Переваги сонячної енергетики:

- Перспективність, доступність і невичерпність джерела енергії в умовах постійного зростання цін на традиційні види енергоносіїв.

- Теоретично, повна безпека для навколишнього середовища, хоча існує ймовірність того, що повсюдне впровадження сонячної енергетики може змінити альbedo (характеристику відбивної (розсіюючої) здатності) земної поверхні і привести до зміни клімату (однак при сучасному рівні споживання енергії це вкрай мало ймовірно).

Недоліки сонячної енергетики:

- Залежність від погоди і часу доби.

- Сезонність в середніх широтах і розбіжність періодів вироблення енергії і потреби в енергії. Нерентабельність в високих широтах, необхідність акумуляції енергії.

- При промисловому виробництві – необхідність дублювання сонячних енергетичних установок традиційними співставної потужності.

- Висока вартість конструкції, пов'язана з застосуванням рідкісних елементів (таких як індій).

- Необхідність періодичної очистки поглинаючої поверхні від забруднення.

- Нагрівання атмосфери над електростанцією.

- Необхідність використання великих площ.

- Складність виробництва і утилізації самих фотоелементів у зв'язку з вмістом в них отруйних речовин, наприклад, свинець, кадмій, галій, і т. п.

- Необхідність утилізації акумуляторних батарей, що відпрацювали свій ресурс.

1. Маляренко В. А. Введение в инженерную экологию энергетики / В. А. Маляренко.– Харків: САГА, 2008.

2. Харченко Н.В. Индивидуальные солнечные установки / Н.В.Харченко. –Москва: Энергоатомиздат,1991.

3. Виссарионов В. И. Солнечная энергетика. Методы расчетов / В. И. Виссарионов, Г. В. Дерюгина, В. А. Кузнецова.– Москва, 2008.

ПРО РЕАКТИВНУ ПОТУЖНІСТЬ ЕЛЕКТРОПРИВОДІВ ПОСТІЙНОГО СТРУМУ З ТИРИСТОРНИМИ ПЕРЕТВОРЮВАЧАМИ НАПРУГИ

Рубан О.А.

Науковий керівник – Ковальова Ю.В., канд. техн. наук, ст. викладач

Електроприводи постійного струму типу «Тиристорний перетворювач напруги – двигун» представляють собою самостійний клас регульованих електроприводів і забезпечують всі функціональні вимоги регулювання швидкості та струму. В процесі керування електроприводами постійного струму з використанням тиристорних перетворювачів напруги відбувається регулювання першої гармоніки напруги мережі з одночасним її випрямленням. При цьому електроприводи з тиристорними перетворювачами напруги споживають несинусоїдний струм при синусоїдній напрузі в мережі.

Спочатку розглянемо реактивну потужність при синусоїдних режимах. Згідно теорії електричних кіл, реактивною потужністю називають максимальне значення миттєвої потужності ідеальної котушки індуктивності (без урахування активного опору), тобто

$$\begin{aligned} q(t) &= U_m I_m \cos \omega t \sin \omega t = UI \sin 2\omega t = \omega L I^2 \sin 2\omega t = \\ &= x_L I^2 \sin 2\omega t = Q_m \sin 2\omega t, \end{aligned} \quad (1)$$

де U, I – діючі значення синусоїдних напруги і струму;

Q_m – амплітудне значення миттєвої реактивної потужності;

X_L – індуктивний опір котушки.

Схема заміщення реальної котушки для синусоїдних режимів являє собою електричне коло з послідовно включеними омичним та індуктивним опорами. При цьому миттєва потужність дорівнює

$$p(t) = u \cdot i = U_i \sin \omega t \cdot I_i \sin(\omega t - \varphi) = U^2((\cos \varphi - \cos(2\omega t - \varphi))), \quad (2)$$

де φ – кут фазового зсуву синусоїди струму від синусоїди напруги.

Проведемо подальші перетворення миттєвої повної потужності над виразом (2) з урахуванням формули $\cos(\alpha - \beta) = \cos \alpha \cos \beta + \sin \alpha \sin \beta$.

$$\begin{aligned} p(t) &= UI \cdot [\cos \varphi - \cos(2\omega t - \varphi)] = UI \cdot (\cos \varphi - \cos 2\omega t \cdot \cos \varphi - \sin 2\omega t \cdot \sin \varphi) = \\ &= UI \cos \varphi \cdot (1 - \cos 2\omega t) - UI \sin \varphi \cdot \sin 2\omega t = P(1 - \cos 2\omega t) - Q \sin 2\omega t. \end{aligned} \quad (3)$$

Перший доданок в (3) завжди додатній, пульсує з подвійною частотою навколо середнього значення і визначає ту частину миттєвої потужності, яка перетворюється на активному опорі в тепло і не повертається до джерела. Амплітуда першого доданку миттєвої потужності (3) називається активною потужністю і дорівнює $P = UI \cos \varphi$. Ам-

плітуда другого доданку називається реактивною потужністю і дорівнює $Q = UI \sin \phi$.

Теорія Будаєну прийнята офіційним терміном визначення «реактивна потужність» і ґрунтується на принципі суперпозиції для несинусоїдних миттєвих потужностей.

Реактивна потужність згідно теорії Маєвського О.А. визначається як швидкість зміни миттєвого опору електричного кола і розраховується за формулою

$$Q = U \cdot I_1 = \frac{U_m^2}{4\pi R} \sin^2 \alpha, \quad (4)$$

де U_m, α, R - відповідно амплітуда мережної напруги, кут керування тиристором і активний опір електричного кола;

I_1 - діюче значення струму першої гармоніки.

Коефіцієнт потужності електроприводів постійного струму при тиристорному регулюванні напруги визначається як $K = P/S$. При синусоїдній напрузі і несинусоїдному струмі активна потужність визначається лише першою гармонікою струму, тобто $P = UI_1 \cos \phi_1$. Тоді, згідно теорій Будаєну і Маєвського, коефіцієнт потужності дорівнює

$$K = \frac{P}{S} = \frac{UI_1 \cos \phi_1}{UI} = \frac{I_1 \cos \phi_1}{I} = K_c \cos \phi_1, \quad (5)$$

де I – діюче значення фазного струму;

I_1 – діюче значення першої гармоніки фазного струму;

ϕ_1 – кут зсуву першої гармоніки струму від напруги мережі;

$K_c = I_1/I$ – коефіцієнт спотворень, що дорівнює відношенню діючого значення першої гармоніки струму до діючого значення повного струму.

Оскільки реактивна потужність створюється змінною складовою випрямленого струму, то сформулюємо поняття реактивного струму тиристорного електроприводу постійного струму, тобто, це діюче значення змінної складової випрямленого струму якоря, яка споживається з електромережі і повертається в електромережу через перетворення в магнітний потік в обмотках якоря згідно закону повного струму та в ЕРС самоіндукції згідно закону електромагнітної індукції Фарадея.

1. Ковальова, Ю. В. Рівняння електроенергетичного балансу тиристорних електроприводів постійного та змінного струмів/ Ю. В. Ковальова. // Світлотехніка та електроенергетика. – 2012. – № 4(32), С. 68-73.

ВИКОРИСТАННЯ СУЧАСНИХ ЦИФРОВИХ ЛІЧИЛЬНИКІВ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ В СКЛАДІ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ОБЛІКУ

Капуза М.В.

Науковий керівник – Бородин Д.В., ст.викладач

Оптимізація електроспоживання є однією з важливих умов автоматизованого моніторингу електроспоживання з наступним науковим аналізом його результатів.

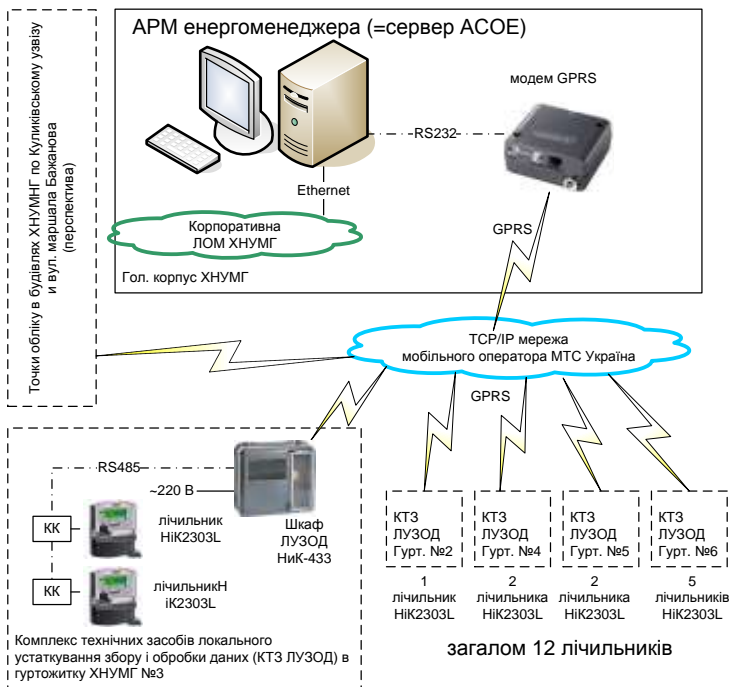


Рисунок 1 – Структурна схема автоматизованої системи обліку

В Харківському національному університеті міського господарства ім. О.М. Бекетова облік електроспоживання до 2016 року здійснювався з використанням індукційних лічильників, дані обліку зчитувались вручну, оперативний моніторинг був неможливий. Тому в рамках реалізації проекту «Зелений університет» за підтримки фундації польсько-української співпраці PAUCI в 2015-2016 роках було спроектовано та впроваджено автоматизовану систему обліку електричної енергії (АСОЕ) в гуртожитках університету.

У гуртожитках університету (ХНУМГ ім. О.М.Бекетова) встановлені сучасні цифрові багатотарифні прилади обліку НіК 2103L АРК1Т і АРП1Т класу точності 1,0 прямого та комбінованого включення. Лічильники дозволяють вимірювати активну та реактивну енергію та потужність, напруги, струми по фазах, фазові зсуви, частоту, коефіцієнти потужності, вести журнал подій. Лічильники обладнані оптопортами та цифровими інтерфейсами ЕІА485 для підключення до мережі збору даних.

Для зв'язку верхнього та нижнього рівнів системи з TCP/IP мережею МТС використовуються модеми АстелКом COM900 в складі шаф ЛУЗОД на рівні гуртожитків та модем Cinterion MC52i на верхньому рівні. Використовується система управління реляційними базами даних PostGreSQL 9.4, прикладне серверне (сервіси опитування лічильників та обробки бази даних) та клієнтське (NovaSys EnergySale ver.8.5.5) програмне забезпечення розробки Нік Електроніка, а також інструментальне технологічне ПЗ параметрування лічильників Нік Параметризація під управлінням 64-розрядної операційної системи Windows 10. Є можливість експортувати дані обліку з бази даних в програму Microsoft Excel і в подальшому обробляти їх та генерувати звіти.

Рисунок 2 – Добове споживання гуртожитків за 2017 рік

РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ВЕДЕННЯ АРХІВА ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ЦИФРОВОГО ІНВЕРТОРУ У СКЛАДІ СОНЯЧНОЇ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ ХНУМГ ІМ. О.М.БЕКЕТОВА

Шутєєв І.В.

Науковий керівник – Бородін Д.В., ст.викладач

(Харківський національний університет радіоелектроніки)

Метою створення сонячної електростанції в ХНУМГ ім. О.М.Бекетова є створення сучасної лабораторної бази для наукових і технічних досліджень, енергозбереження, практичне впровадження концепції енергетики на відновлюваних джерелах енергії. Для керування сонячною станцією необхідно мати архів параметрів генерації електроенергії, наприклад, потужності, постійної та змінної напруги, але програмне забезпечення для цього відсутнє. Розробка програмного забезпечення для ведення ретроспективного архіву цифрового інвертора електростанції є предметом даної роботи.

Сонячна електростанція ХНУМГ складається з фотоелектричних панелей, розміщених на даху корпусу БКФ ХУМГ, що виробляють постійний струм, і інвертора, що перетворює цей струм в 3-фазний змінний струм. Вихід інвертора через комутаційну шафу підключений до електричної мережі університету. Мікропроцесорний інвертор Conext CL 2025 виробництва Schneider Electric Solar підключений до сервера архівації параметрів інвертора (мікро - АСУ ТП). Загальна схема представлена на рис. 1.

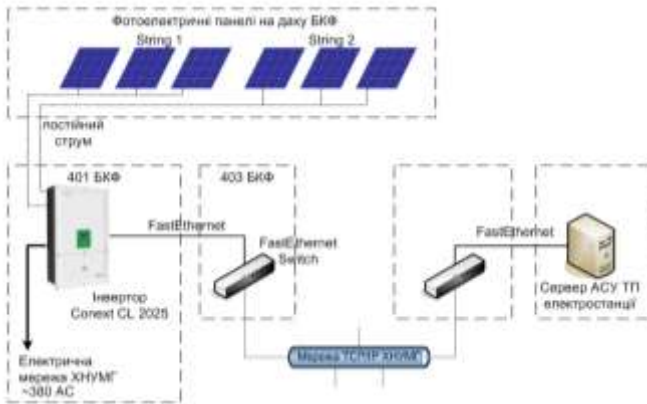


Рисунок 1 – Структурна схема сонячної електростанції ХНУМГ

В 97 регістрах інвертора зберігаються параметри технологічного процесу – постійна та змінна напруга та струм, енергія, температура, коди помилок та інше, які передаються на сервер по запиту в протоколі передавання даних Modbus через інтерфейси RS485 або Ethernet.

Для вирішення поставленого завдання був обрана платформа .NET і, відповідно, мова програмування C # 6.0. Завданням програми є опитування ведених пристроїв по протоколу Modbus і збереження результатів опитування. Так як програма не взаємодіє з користувачем, то вирішено було розробити .NET службу, яка б працювала у фоновому режимі. Однак тестувати службу не дуже зручно, тому було розроблено також і консольний додаток.

Дані, отримані з ведених пристроїв, виводяться в файли формату .csv (comma separated values). Текстові файли з розширенням .log використовуються для логування, текстовий файл .debug - для докладного логування, а текстовий файл .ini для ініціалізації установок програми. За основу була прийнята багатошарова архітектура програми: шар взаємодії з користувачем (консоллю), шар бізнес-логіки, шар доступу до даних. Завжди логіруються наступні події: повідомлення про старт програми, повідомлення про аварійний закінчення програми, повідомлення про код помилки при зчитуванні даних з відомого пристрою, поточні значення лічильників переданих пакетів, прийнятих пакетів і прийнятих некоректних пакетів.

Застосування вихідного формату CSV дозволяє легко імпортувати дані в MS Excel для створення звітів або в базу даних.

Приклад добового графіку навантаження наведений на рис. 2.

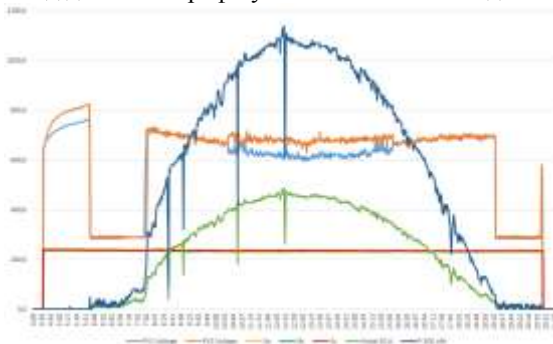


Рисунок 2 – Динаміка основних параметрів інвертора за 01.06.2017

Програмне забезпечення дозволяє вести архів параметрів не тільки цифрового інвертора, а також будь-якого пристрою, який підтримує протокол Modbus.

РОЗРОБКА ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДУ ТИРИСТОРНОГО ВИПРОСТОВУВАЧА

Белай В.В., Бутенко В.В.

Науковий керівник – Донець О.В., канд. техн. наук, доцент

Енергозберігаючі технології вимагають впровадження у виробництво електрообладнання, яке забезпечує оптимальні закони керування технологічним процесом. В промисловості отримали широке застосування обладнання таких відомих фірм, як Lenze, Siemens, Schneider Electric, Moeller та інші. Підприємствам потрібні висококваліфіковані фахівці, здатні впроваджувати у виробництві сучасну техніку, її обслуговувати, експлуатувати, і з її допомогою вирішувати різного роду виробничі і наукові завдання. У зв'язку з цим істотно підвищується роль лабораторного практикуму в навчальному процесі з використанням сучасного обладнання та панелей віртуальних приладів.

Для підготовки фахівців, що задовольняють сучасним вимогам виробництва, проведенню наукових досліджень і робіт по вивченню законів керування двигунами постійного та змінного струму, на кафедрі «Електричний транспорт» Харківського національного університету міського господарства імені О.М. Бекетова розроблено лабораторний стенд для дослідження роботи тиристорного випростовувача для електропривода з двигунами постійного та змінного струму.

Мета роботи. Розробити лабораторний стенд який дозволяє досліджувати фізичні процеси які відбуваються в діодном та тиристорном випростовувачах, побасити кут керування комутації тиристорів та кут інвертування.

Виявлення проблем комутації тиристорного та діодного випростовувача і способів регулювання напруги під час пуску двигунів постійного та змінного струму. Отримання зовнішню статичну характеристику тиристорного випростовувача, та розрахувати елементи схеми на потрібну потужність.

На рисунку 1 приведено схеми однофазних однотактного та двотактного випрямлячів. Однотактний випрямляч виконано за схемою з середньою точкою (рис. 1.1а), а двотактний – за схемою мостового (рис. 1.1б). В обох випадках випрямлячі включені на активне навантаження.

Слід відмітити, що однофазна схема з середньою точкою з боку вторинної обмотки трансформатора є двофазною, тому що половина обмотки і включений послідовно з нею вентиль проводять струм за інтервал π , а інший вентиль в цей час закритий.

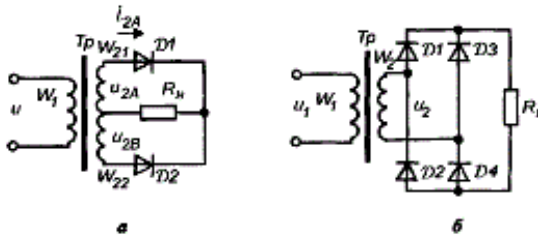


Рисунок 1 – Схеми однофазних випрямлячів, а – з середньою точкою; б – мостового

Часові діаграми процесів в однофазних випрямлячах з середньою точкою та мостового приведені на рис. 2.

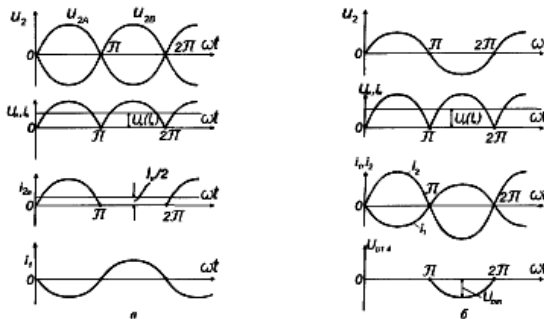


Рисунок 2 – Часові діаграми процесів в однофазних випрямлячах, а – з середньою точкою; б – мостового

На схемах та часових діаграмах прийняті такі позначення:

U_2 , I_2 – напруга на вторинній обмотці трансформатора та струм у ній;

U_n , I_n – напруга та струм в навантаженні;

ω – кругова частота мережі.

На рис. 3 приведено схеми трьохфазних випрямлячів із середньою точкою та мостового.

Для підготовки фахівців, що задовольняють сучасним вимогам виробництва, проведенню наукових досліджень і робіт по вивченню законів керування двигунами постійного та змінного струму, на кафедрі «Електричний транспорт» Харківського національного університету міського господарства імені О.М. Бекетова розроблено лабораторний стенд для дослідження роботи тиристорного випростовувача для електропривода з двигунами постійного та змінного струму.

В роботі було проведено розробка лабораторного стенду для дослідження загальних характеристик іпрямлячів та аналізу робота випрямлячів на активне навантаження, активно-ємнісне навантаження, активно-індуктивне навантаження. Виконано розрахунок параметрів силового випрямляча та ємкісного фільтру.

ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ДИСПЕТЧЕРСЬКОГО КЕРУВАННЯ

Котлабай Д. В., Мирошниченко Я. В.

Науковий керівник – Кульбашина Н.І., ст. викладач

Сьогодні, коли міський електротранспорт України перебуває в далеко не найкращому стані, його проблеми є особливо актуальними. Інтеграція сучасних супутникових технологій, систем зв'язку і передачі даних забезпечує підвищення якості пасажирських перевезень на міській мережі. Важливо не тільки оснастити рухомі засоби супутниковими навігаційними приймачами для формування навігаційних даних про роботу рухомого складу (РС) в режимі реального часу та обміну даними між РС і центральним диспетчерським пунктом, а й розробити шляхи модернізації автоматизованої системи диспетчерського керування (АСДК), розширюючи її функції.

Модернізація – це стиківка старої платформи з новою, плавний переклад завдань АСДК зі старої техніки на нову. Створюється це з метою мінімізувати витрати по маршрутам. Модернізація може стосуватися вдосконалення як самої АСДК, розширюючи її можливості за рахунок розробки нового програмного забезпечення, так і можливості передачі від РС всілякої інформації на її платформі.

Отже розширення функцій АСДУ, що підвищить ефективність роботи самого транспортного підприємства може бути задана вираженням:

$$E = f(P_{\sigma}, K_h, V_s, Y_h, R),$$

де E – функція ефективності роботи транспортного підприємства; P_{σ} – завдання контролю дотримання правил безпеки руху водіями; K_h – завдання контролю параметрів рухомого складу, V_s – завдання контролю стану водія, Y_h, R – завдання отримання інформації про рух транспортних засобів, що дає змогу проводити хронометражні вимірювання та обстеження пасажиропотоків відповідно.

Тому метою представлених тез є розробка шляхів модернізації автоматизованої системи диспетчерського керування пасажирськими перевезеннями в м. Харкові, що дасть змогу підвищити ефективність роботи транспортного підприємства міського електротранспорту.

Отже, в роботі пропоновані шляхи модернізації роботи АСДК на підставі відповідних засобів обладнання рухомого складу. Завдяки передачі інформації від РС до центрального диспетчерського пункту та накопичування цієї інформації можливе підвищення ефективності перевезень, безпеки руху транспортних засобів.

До 40% всіх дорожньо-транспортних пригод можуть відбуватися внаслідок втоми водія, хоча на сьогодні відсутній який-небудь спосіб надійного контролю стану водіїв за допомогою існуючих у цей час методик. Завдання полягає у тому, щоб розробити такі пристрої на борту рухомого складу, щоб забезпечити систему контролю стану водія.

Проблему підвищення безпеки руху міського електротранспорту дозволило б розв'язати і впровадження відповідного програмного забезпечення, яке, спираючись на застосування супутникових інформаційних технологій контролювало порушення водіями Правил технічної експлуатації та Правил дорожнього руху, а саме: 1) неправильний вибір швидкості руху на повороті; 2) невідповідність швидкості умовам шляху, особливо на ділянках зі складними умовами.

Визначення часу, необхідного на пробіг РС по маршруту є однією з найважливіших завдань служби руху. Встановлення відповідних пристроїв (контактних датчиків на ходових частинах рухомого складу) уможливають вимірювання часу руху, розгону, гальмування і стоянки.

Ступінь відповідності маршруту запитам на пасажироперевезення можна оцінити, вимірюючи завантаження РС міського пасажирського транспорту. На цій підставі уможливується вирішення завдання виділення раціонального числа РС на визначений маршрут. Тому має сенс впроваджувати пристрої підрахунку кількості пасажирів. На сьогодні більш прогресивними вважають методи зважування рухомого складу за допомогою тензодатчиків.

На міському електротранспорті присутні випадки, коли трапляється відмова пристроїв, виникають несправності. Своєчасне виявлення й усунення несправностей РС в експлуатації дозволяє попередити виникнення необоротних відмов, здатних привести до аварій і катастроф, скоротити витрати часу на технічне обслуговування, збільшити відстані невинного пробігу РС без технічного обслуговування, полегшити умови праці лінійних працівників транспортного підприємства.

Отже, в роботі пропоновані шляхи модернізації роботи АСДК на підставі відповідних засобів обладнання рухомого складу. Завдяки передачі інформації від рухомого складу до центрального диспетчерського пункту та накопичування цієї інформації можливе підвищення ефективності перевезень, безпеки руху транспортних засобів, інформаційної підтримки водіїв, системи контролю параметрів рухомого складу.

УДОСКОНАЛЕННЯ ПРИСТРОЮ ДІАГНОСТИКИ СИСТЕМИ ЗАПАЛЮВАННЯ

Станєв В.М.

Науковий керівник – Бабічева О.Ф., канд. техн. наук, доцент

Працездатність автомобіля оцінюється сукупністю експлуатаційно-технічних якостей: динамічністю, стійкістю, економічністю, надійністю, довговічністю, керованістю й т.д., які для кожного автомобіля виражаються конкретними показниками. Однак технічний стан автомобіля, як і всякої іншої машини, у процесі тривалої експлуатації не залишається незмінними. Основним засобом зменшення інтенсивності зношування деталей і механізмів і запобігання несправностей автомобіля, тобто підтримки його в належному технічному стані, є своєчасне й високоякісне виконання технічного обслуговування. Одним з напрямків, що дозволяють поліпшити технічний стан парку автомобілів, є діагностика. Актуальність теми обумовлена необхідністю впровадження технічних засобів для пошуку несправностей системи запалювання транспортних засобів

Мета роботи: запропонувати пристрій діагностики для системи запалювання транспортних засобів.

У роботі використані експериментальні й аналітичні методи досліджень.

Новизну роботи складають: обґрунтування прикладного підходу моделювання струмообмеженого пристрою енергозабезпечення системи запалювання, застосування якого дозволяє синтезувати реальні засоби діагностики системи запалювання і несправності компонентів комплексу устаткування системи запалювання автомобіля.

Виконано розрахунки вимірювальної схеми і складений покроковий алгоритм перевірки можна використовувати для складання карти діагностування електронної системи запалювання, при виконанні планової перевірки або пошуках несправностей при відмові пристрою (рис.1).

Результати виконаних розрахунків вимірювального моста і вибір елементів промислового виготовлення для його реалізації можна використовувати при виборі стандартних елементів для реалізації схеми або заміні їх при виявленій несправності.

Запропоновано схему для пошуку несправностей за допомогою переносних приладів вимірів різних параметрів, за якою можна спростити пошук несправностей (рис.2).

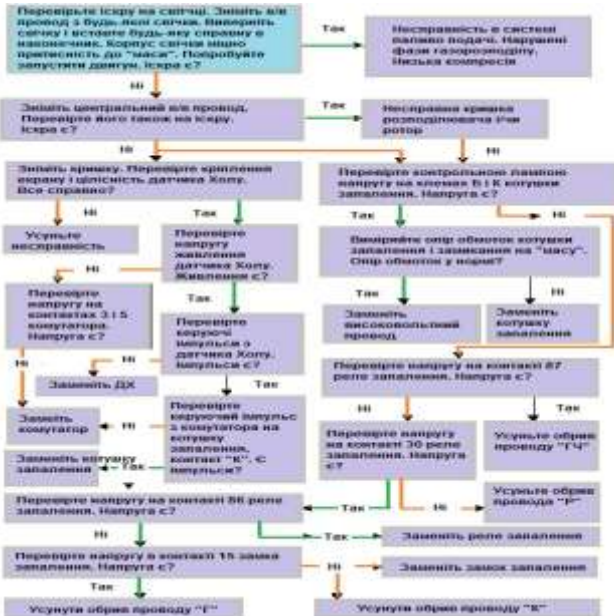


Рисунок 1 – Алгоритм пошуку несправностей системи запалювання і процедури ухвалення рішення

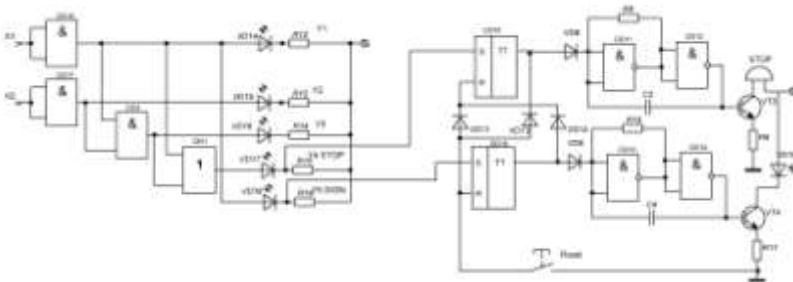


Рисунок 2 – Діагностичний пристрій електронної системи запалювання з сигналізатором

Таким чином, в роботі проаналізовано взаємозв'язок структурних і діагностичних параметрів, розроблено алгоритм діагностування безконтактної системи запалювання, сформовано вимоги до датчиків при проектуванні алгоритму діагностування електроустаткування транспортних засобів.

МОДЕРНІЗАЦІЯ СХЕМИ ОСЛАБЛЕННЯ ПОЛЯ ТЯГОВИХ ЕЛЕКТРОДВИГУНІВ ПОСЛІДОВНОГО ЗБУДЖЕННЯ

Кулік П.М.

Науковий керівник – Бабічева О.Ф., канд. техн. наук, доцент

В наш час міський електротранспорт ще далеко не в повній мірі задовольняє пред'явленим вимогам; тому питання, пов'язані з покращенням його роботи, мають велике значення і є актуальною проблемою.

Метою є запропонування шляхів покращення показників роботи тягових електродвигунів послідовного збудження.

У роботі використані експериментальні й аналітичні методи досліджень.

Одним з основних техніко-економічних показників роботи міського електротранспорту є швидкість руху. Кожний відсоток збільшення експлуатаційної швидкості дає приблизно 0,6% зниження собівартості пасажироперевезення, не враховуючи додаткової вигоди, яку отримують пасажирів.

Важливим заходом, сприяючим значному збільшенню швидкості руху на міському електротранспорті є більш повне використання ослаблення поля двигуна.

Використання ослаблення поля, крім цього, дає можливість отримання додаткових економічних (без невиробничих затрат електроенергії) ступенів регулювання швидкості, що особливо необхідно в умовах інтенсивного вуличного руху, а при визначених умовах приводить також до зниження затрат електроенергії на рух.

Розглянуті три способи ослаблення поля, та як вони впливають на роботу двигуна

- виключення частини витків обмотки збудження головних полюсів,
- шунтування обмотки збудження головних полюсів зовнішнім опором,
- ослаблення поля протизбудженням.

Таким чином, ослаблення поля тягових двигунів дає можливість значно (на 10-20%, в залежності від профілю колії та інших умов) під-

вищити середньоходові швидкості руху; при збереженні тих же швидкостей руху отримати економію електроенергії до 7-10%; отримати додаткові ступені економічного регулювання швидкості руху і тим самим підвищити маневреність рухомого складу.

ПІДВИЩЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ НАДІЙНОСТІ АКУМУЛЯТОРНИХ БАТАРЕЙ ЕЛЕКТРОМОБІЛЯ

Шипіленко А.О.

Науковий керівник – Бабічева О.Ф., канд. техн. наук, доцент

Буквально кожен місяць протягом багатьох років ми чуємо про те, що якась компанія розробила акумулятор нового типу. У новинах такого роду йдеться зазвичай, що незабаром новий акумулятор потрапить на ринок, а електронні пристрої з такими батареями зможуть працювати чи не роки. На жаль, насправді нічого не змінюється. Літій-іонні батареї залишаються колишніми, тривалість роботи розумних годинників, телефонів, планшетів і ноутбуків також майже не змінюється. Багато дослідників вважають, що для отримання акумуляторів нового покоління потрібно використовувати нові матеріали і нові хімічні процеси. Майбутнє електротранспорту багато в чому залежить від вдосконалення акумуляторів - вони повинні важити менше, заряджатися швидше і при цьому виробляти більше енергії.

Метою роботи є розробка процесів техобслуговування експлуатації та діагностування акумуляторних батарей для підвищення їх експлуатаційної надійності.

У роботі використані експериментальні й аналітичні методи досліджень. Досліджуються фізичні процеси та їх характеристики, що відбуваються в АКБ різних типів.

Для вибору хімічного джерела енергії дослідження проводились на реальному макеті електромобіля (лабораторія електрообладнання МЕТ ХНУМГ ім. О. М. Бекетова).

У роботі розраховано та проаналізовано отримані дані, за допомогою яких було здійснено обґрунтування вибору джерела енергії електромобіля.

Розрахункова енергія акумуляторної батареї електромобіля (пробіг до 150 км) для руху становить не більше 15 кВт*год. На рис. 1 представлені вагові характеристики електрохімічних систем.

З розрахунку отримуємо, що обсяг свинцево-кислотного накопичувача для забезпечення 15000 Вт енергії становить 150 л (дм³), нікель-кадмієвого – 100 л (дм³), нікель-металгідридного – 78,9 л (дм³), а Li-іонного – 37,5 л (дм³).

Після проведеного порівняльного аналізу характеристик видно, що очевидні переваги практично за всіма основними параметрами мають Li-іонні акумулятори, а накопичувач енергії побудований на базі цих акумуляторів відповідає вимогам технічного завдання на джерело енергії тягового електроприводу.

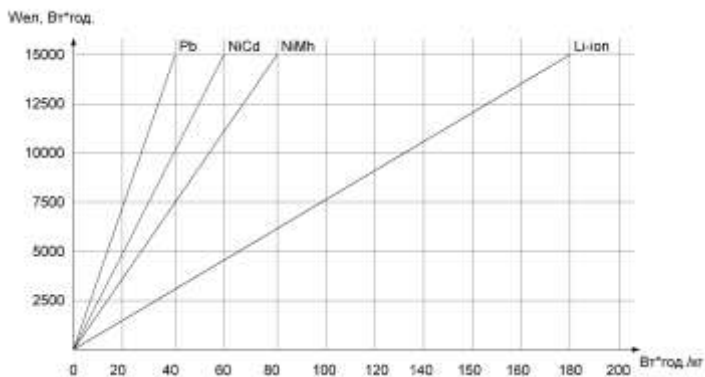


Рисунок 1 – Вагові показники електрохімічних систем

Таким чином, розглянуто переваги і недоліки сучасних акумуляторних батарей. За результатами аналізу виявлено, що літій-іонні акумуляторні батареї найкращим чином підходять для експлуатації в електромобілях, бо вони володіють необхідною ємністю, кількістю циклів розряду/заряду, масо-габаритними показниками, можливістю швидкого заряду.

1. Хрусталеv Д. А. Акумулятори. / Д. А. Хрусталеv. – М.: Издательство Изумруд, 2003. – 224 с.

2. Електромобіль 2017. – [Електроний ресурс]. Режим доступу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Електромобіль> (дата звернення 25.02.2017). – Назва з екрана.

ВДОСКОНАЛЕННЯ ЕНЕРГОПОСТАЧАННЯ ВЛАСНИХ ПОТРЕБ НА ТЯГОВІЙ ПІДСТАНЦІЇ

Газізов В.В., Савченко А.О.

Науковий керівник – Єсаулов С.М., канд. техн. наук, доцент

На тягових підстанціях (ТП) міського електротранспорту, витрати електроенергії для власних потреб можуть досягати 10-15 %. Враховуючи сучасний рівень розвитку автономних джерел енергії, що реалізуються за допомогою суперконденсаторних батарей та генераторів

енергії на базі сонячних батарей, перетворювачі DC-DC дозволяють створювати автономні джерела електричного живлення, що підвищують ефективність використання автономних джерел живлення.

Мета роботи: запропонувати систему вдосконалення енергопостачання власних потреб на ТП шляхом використання енергії від автономних джерел живлення.

Новизну роботи складають: врахування відомих методів логічного моделювання технологічних режимів на ТП і розроблення функціональних схем комутації автономних джерел живлення і перетворювачів DC-DC та інш.

Визначено параметри енергоспоживання обладнання власних потреб тягової підстанції, виконано розрахунки компонентів електронних пристроїв, вибір контролера та програмування алгоритму роботи.

У роботі представлені оригінальні засоби контролю технологічних параметрів і перетворювачів гальванічного зв'язку дистанційного керування без використання Internet

Практична цінність роботи – компоненти розробленої системи керування автономними джерелами живлення адаптуються з різними цифровими системами контролю і керування у тому числі програмованих на базі промислових комп'ютерів.

1. АТmega2560 8-разр. микроконтроллеры с внутрисистемно-программируемой флэш-памятью [Електронний ресурс]. Режим доступу: http://www.gaw.ru/html.cgi/txt/ic/Atmel/micros/avr/atmega1280_81_2560_61_640.htm

2. Изучение таймеров микроконтроллера [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.labfor.ru/guidance/mpu-leso1/4>.

ОСОБЛИВОСТІ РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ НА ПІДПРИЄМСТВАХ МІСЬКОГО ЕЛЕКТРОТРАНСПОРТУ

Коник І.Г.

Науковий керівник – Далека В.Х., д-р. техн. наук, професор

Підприємства міськелектро транспорту несуть відповідальність за невиконання або неналежне виконання зобов'язань щодо перевезення пасажирів згідно з чинним законодавством України.

Мета роботи-показати особливості ресурсозбереження на підприємствах міського електро транспорту.

Різні відхилення, прорахунки, неефективність роботи міського електро транспорту призводять не лише до незадовільного надання послуг, а і цілому ряду непродуктивних витрат трудових, фінансових, енергетичних і інших ресурсів.

Перевитрати основних ресурсів в результаті виробництва в значній мірі відображається на собівартість готової "продукції", яка потрапляє до споживача. "Продукція" міського електротранспорту, порівняно з продукцією промисловості або сільського господарства, не може бути відірвана від виробничого процесу, не може існувати поза цим процесом. Тому, з одного боку не можна за рахунок перевиконання плану здійснити якийсь запас продукції, а з іншого боку – невиконання плану за певний період не можна компенсувати в наступні періоди без втрат інтересу пасажирів. Це своєрідність "продукції" ставить транспортні підприємства в залежність від коливання попиту на перевезення, призводить до планової нерівномірності виробництва. До того ж сама потреба населення міста в послугах транспорту не однакова по часу (сезонні, місячні, добові, погодинні і інші коливання) і залежить від цілого ряду різних факторів.

Так на підприємствах міського електротранспорту з-за нерационального використання ресурсів виникає збільшення собівартості перевезень, погіршується якість обслуговування і ряд інших негативних наслідків, які відображаються на роботі підприємства в цілому.

На фоні жорстких умов ринкових відносин, коли відбувається підвищення цін на електроенергію, запчастини, матеріали, найбільш доцільним з технічної і економічної точки зору для підприємства є актуальним застосування ресурсозберігаючих технологій і режимів, поряд з використанням стимулів для їх впровадження.

Таким чином міський електротранспорт необхідно розглядати як комплексну багатогранну систему, що забезпечує потреби населення в перевезеннях; систему, що використовує внутрішні та споживає зовнішні ресурси. Їх використання та споживання відбувається під час функціонування МЕТ, тобто експлуатації міського електротранспорту.

ОСОБЛИВОСТІ ФІНАНСУВАННЯ РОЗВИТКУ ТРАНСПОРТНИХ МЕРЕЖ ТА ОНОВЛЕННЯ ГРОМАДСЬКОГО ТРАНСПОРТУ

Леонova I.B.

Науковий керівник – Далека В.Х., д-р. техн. наук, професор

Питання розвитку громадського транспорту, зокрема міського електричного транспорту, у всьому світі завжди залишаються актуальними. Оновлення транспортних засобів на Україні за рахунок однакових часток оплати зі сторони держави та органів місцевого самоврядування не вирішує проблему, особливо для невеликих міст. Тому ме-

тою роботи є аналіз фінансування розвитку міського електротранспорту у ряді країн

У різних країнах критерії вкладення коштів у розвиток транспортних мереж різні. Проте існують і загальні критерії, а саме: споруджувана транспортна система повинна бути інтегрована в комплексну транспорту систему. Вона повинна довести свої переваги як з точки зору вартості, так і корисності. Крім того, вона повинна частково фінансуватися місцевою адміністрацією.

Можна навести позитивні приклади в роботі міськелектротранспорту і з близького зарубіжжя. У деяких пострадянських країнах міський електротранспорт не тільки нормально функціонує, а й продовжує розвиватись. Найбільш вагомі результати в цьому має Узбекистан де за останні роки відкрито тролейбусний рух у 3-х містах. Лише за 3 роки в Ташкенті побудовано 8 км трамвайних і 86,4 км тролейбусних ліній та 11 тягових підстанцій, розпочато будівництво міжміської тролейбусної лінії загальною протяжністю 76 км. Це стало можливим завдяки значній підтримці міського електротранспорту з боку Уряду, що знаходить своє відображення у наданні пільгового кредиту і державних гарантій виробникам рухомого складу, запроваджені згідно з Законом України «Про міський пасажирський транспорт» договірних відносин між місцевою владою і транспортними підприємствами.

Отже, загальний висновок досліджень з питань розвитку транспортних систем - стійкий розвиток трамвайного транспорту можливий лише при умові здійснення капіталовкладень з боку регіональних та загальнодержавних органів. Проте місцеві ініціативи і готовність компаній до ризику повинні розглядатись як важлива умова у вирішенні поставленого завдання.

Оновлення громадського транспорту наприклад у Франції стало можливим завдяки введенню ще в 1971р. в окрузі Іль-де-Франс, а у 1973р. у всіх провінціях нового податку, призначеного для розвитку транспортних мереж. Цей податок стягується з усіх підприємств і організацій, на яких працюють більше 9 чоловік і які знаходяться в зоні обслуговування міського транспорту. Зазначеним транспортним податком покривається третина бюджету громадського транспорту Франції. Сума податку досягла 15 млрд. франків, а інвестиції в громадський транспорт становили 10 млрд. франків.

Останнім часом субсидії на закупівлю рухомого складу надаються і в Німеччині. Кошти на ці цілі також надходять від податку на пальне для автомобілів.

Значна державна підтримка міському електротранспорту надається в Білорусі. Протягом останніх 3-х років за рахунок держав-

ного бюджету щорічно закуповувалось по 100 од. тролейбусів, виробництво яких розпочато на власній виробничій базі. У законі про бюджет передбачається введення цільового транспортного податку для оновлення рухомого складу.

РОЗРОБКА СКЛАДНИХ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИХ ПРИСТРОЇВ ЗА ДОПОМОГОЮ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Лисокобилка І.В.

Науковий керівник – Кульбашина Н.І., ст. викладач

Сучасна організація виробництва вимагає більш глибоких і різномісних знань розробників. Сучасний рівень програмних і технічних засобів дозволяє перейти від ручних методів проектування до нових інформаційних технологій з використанням персональних комп'ютерів.

Перехід на автоматизоване проектування дає змогу істотно скоротити строки розробки конструкторсько-технологічної документації, звести до мінімуму помилки під час проектування і тим самим прискорити початок виробництва нових виробів з подальшим їх вдосконаленням. Тому метою роботи є розробка складних електромеханічних пристроїв за допомогою програмного забезпечення, що дозволяє підвищити точність і ефективність проектних рішень.

Під час проведених досліджень виконано огляд сучасних CAD/CAM систем, що уможлиблюють виконання конструкторської розробки, технологічні операції і керування всім комплексом робіт з виходом в сферу виробництва виробів.

Пропонується використовувати найбільш простий і доступний для розробки креслярсько-конструкторської документації КОМПАС-3D. Визначено переваги використання автоматизованої системи проектування КОМПАС-3D.

На етапі конструкторської підготовки виробництва визначається укрупнений склад розроблюваного виробу. На етапі технологічної опрацювання пропонується використовувати САПР ВЕРТИКАЛЬ з додатковими модулями розрахунку матеріальних і трудових витрат і можливістю формування комплектів технологічної документації.

Керування інженерними даними та життєвим циклом виробу здійснює система ЛОЦМАН PLM, яка об'єднує інженерну інформацію про вироби в єдине інформаційне середовище.

За допомогою системи автоматизованого проектування КОМПАС-3D і на підставі методики розрахунку асинхронних двигунів створені параметричні тривимірні моделі деталей і вузлів електроком-

прессора. Виконана віртуальна збірка корпусних деталей компресора за допомогою кріпильних виробів, взятих з бібліотеки Стандартні виробу. Для цього необхідно вибрати тип кріплення виробу (болт, гайка, шайба), вказати діаметр, довжину, крок різьблення. Вказати посадочні поверхні. Наступним кроком необхідно додати шатунно-поршкову групу в збірку, вказати посадочні поверхні, сполучення, провести геометричний, візуальний і функціональний контроль встановлених деталей.

Всі деталі і складальні одиниці, які встановлені в збірку, відображаються в дереві побудови моделі. У разі необхідності вони відкриваються в окремому вікні і піддаються процесу редагування.

Отже, за допомогою програмного забезпечення виконано моделювання електрокомпресора за допомогою системи автоматизованого проектування (САПР) "Компас-3D" і розрахунок трифазного короткозамкненого асинхронного двигуна зворотного типу для приводу компресора.

1. Компьютерные чертежно-графические системы для разработки конструкторской и технологической документации в машиностроении: Учеб. пособие для нач. проф. образования / А.В. Быков, В.Н. Гаврилов, Л.М. Рижикова и др. – М.: Изд. центр «Академия», 2002. – 224 с.

2. <http://lab18.ipu.rssi.ru/labconf/title.asp> - Материали конференції та виставки "Системи проектування, технологическої підготовки виробництва та управління етапами життєвого циклу промислового продукту. CAD/CAM/PDM-2001".

ОСНОВНІ НАПРЯМИ СТАБІЛІЗАЦІЇ РОБОТИ ТА РОЗВИТКУ МІСЬКЕЛЕКТРОТРАНСПОРТУ

Щеглова А.А.

Науковий керівник – Козлова О.С., ст. викладач

Міський електротранспорт відіграє важливу соціальну роль у життєзабезпеченні міст. Тому проблеми його подальшого розвитку завжди залишаються актуальними. Мета роботи – систематизувати основні напрями розвитку міськелектротранспорту

Виходячи з аналізу причин кризового стану міськелектротранспорту основними завданнями на перспективу є:

- приведення нормативно-правової бази підприємств міськелектротранспорту у відповідність з вимогами ринкової економіки;
- уточнення розподілу повноважень між різними рівнями законодавчої та виконавчої влади, виходячи з принципу забезпечення єдності прав та відповідальності;
- досягнення фінансового забезпечення реалізації законодавчих актів щодо надання пільг на проїзд у міському електротранспорті;

- впровадження на підприємствах міськелектротранспорту основного принципу госпрозрахунку на основі законодавчого затвердження їх неприбутковості (дохід підприємств від збору проїзної плати та доатцій з бюджету повинен перевищувати експлуатаційні витрати та забезпечувати 15-20 відсоткову прибутковість);

- визначення та забезпечення підприємств міськелектротранспорту джерелами фінансування для повного відтворення їх діяльності, в тому числі для розвитку та розширення сфери застосування, розроблення та впровадження прогресивних технічних рішень, освоєння виробництва нових типів рухомого складу, конструкцій трамвайної колії та систем енергозбереження;

- створення підприємствам міськелектротранспорту рівних з іншими юридичними та фізичними особами, які здійснюють внутріміські пасажироперевезення, передумов в роботі та пріоритетів щодо розвитку;

- впровадження прогресивних заходів заохочення працівників міськелектротранспорту в підвищенні результатів своєї праці;

- створення умов для забезпечення підприємств міськелектро- транспорту трамвайними вагонами, тролейбусами, комплектуючими виробами, агрегатами, трамвайними рейками, контактним проводом та іншими запасними частинами вітчизняного виробництва

ВИМОГИ ДО РЕСУРСІВ МІСЬКОГО ЕЛЕКТРОТРАНСПОРТУ

Середь Н.С.

Науковий керівник – Петренко О.М., канд. техн. наук, доцент

Мета роботи: виконати систематизацію вимог до ресурсів стосовно міськелектротранспорту. Оскільки термін ресурсозбереження визначено державним стандартом України, то його вимоги також стандартизовано. Ці вимоги ресурсозбереження поділено на три групи.

Для кожної групи вимог затверджено номенклатуру показників, що визначають раціональне використання та ощадливе витрачання матеріальних і енергетичних ресурсів, цим же нормативним документом визначено порядок встановлення показників ресурсозбереження у документації на продукцію.

Відносно міського електричного транспорту вимоги ресурсозбереження досить високі і для їх виконання потрібно розробити цілий комплекс організаційних, технічних, економічних та соціальних заходів шляхом вирішення на науковій основі ряду закономірностей спо-

живання ресурсів. Узагальнимо та розглянемо ці вимоги ресурсозбереження до міського транспорту по групах та показникам:

1) вимоги ресурсомісткості - визначають досконалість продукції, робіт та послуг за вмістом в них ресурсів певного виду за даного рівня розвитку суспільства: маса речовини, матеріалу, продукції виробу; вид та тип технічних засобів; кількість рухомого складу; габаритні розміри; пасажиромісткість; маса металу у виробі; маса кольорових металів у виробі;

2) вимоги ресурсоемності (з технологічності) - визначають можливість досягнення оптимальних витрат ресурсів під час виготовлення, ремонту й утилізації продукції, а також під час виконання різноманітних робіт та надання послуг з урахуванням вимог екологічної безпеки: витрати сировини; матеріалів під час виготовлення продукції, виробу, надання послуг; матеріалоемність та питома виробнича матеріалоемність продукції, виробу, послуг; витрата енергоресурсів під час виготовлення виробів; трудомісткість технологічних процесів; контролепридатність; ремонтопридатність; частка технологічних відходів сировини, матеріалів; частка технологічних втрат сировини, матеріалів; коефіцієнти застосування та використання дорогоцінних матеріалів (металів); коефіцієнт використання основних матеріалів; технологічний вихід придатних виробів (для тих, що серійно випускаються); повнота та технічна можливість утилізації; ресурсоемність утилізації речовини, матеріалу, продукції, виробу;

3) вимоги ресурсоощадності - визначають можливість досягнення оптимальних витрат ресурсів під час експлуатації, ремонту й утилізації продукції, а також під час виконання робіт і надання послуг: витрата енергоресурсів під час експлуатації і ремонту рухомого складу та утримання систем електропостачання, керування рухом, трамвайних колій; питома витрата енергоресурсів під час надання транспортних послуг; витрата матеріалу на експлуатацію (на запчастини); ефективність використання трудових ресурсів; собівартість пасажирських перевезень; конкурентноздатність; коефіцієнт корисної дії технічних засобів; коефіцієнти технічної готовності та випуску на лінію; номінальні потужність, напруга, струм; ресурсоощадність та економічна можливість утилізації технічних засобів, матеріалів.

Відповідно до стандарту України зазначені групи вимог взаємопов'язані під час: розробки продукції, планування робіт та послуг (встановлюють проектні вимоги ресурсомісткості та ресурсоощадності, рекомендації з ресурсоемності); виготовлення продукції, виконання робіт та надання послуг (встановлюють уточнені (контрольні) вимоги ресурсоемності (з технологічності)); експлуатації продукції та вико-

нання робіт і надання послуг (встановлюють уточнені (контрольні) вимоги ресурсощадності та ресурсоемності); утилізації продукції (встановлюють вимоги ресурсоемності та ресурсощадності).

ТЕХНІЧНЕ ДІАГНОСТУВАННЯ МАШИН І МЕХАНІЗМІВ

Барінов Є.С., Турчак О.В.

Науковий керівник – Лукашова Н.П., асистент

Однією з найбільш важливих і актуальних проблем сучасності є підвищення якості і надійності механізмів, машин і устаткування у будь-якій галузі. Це викликано постійним зростанням енергоспоживання сучасних підприємств, комбінатів, теплових і атомних станцій, залізничного і інших видів транспорту, а також оснащенням їх складною технікою і впровадженням автоматизованих систем обслуговування та керування.

До недавнього часу машини і устаткування експлуатувалися до виходу з ладу, або обслуговувалися за регламентом, під час проведення профілактичних технічних робіт [1].

Збільшення ефективності, надійності і ресурсу, а також забезпечення безпечної експлуатації машин і механізмів пов'язане з необхідністю оцінки їх технічного стану. Це і визначило формування нового напрямку - технічної діагностики, яке отримало особливо широкий розвиток останнім часом [2].

Технічна діагностика - це галузь науки і техніки, що вивчає, а також розробляє методи і засоби визначення та прогнозування технічного стану механізмів, машин і обладнання без їх розбирання.

Велика увага, що приділяється технічній діагностики фахівцями з виготовлення і експлуатації машин, механізмів та обладнання в багатьох галузях промисловості, пояснюється тим, що впровадження засобів технічного діагностування дозволяє:

- попереджати аварії;
- підвищувати безвідмовність машин і обладнання;
- збільшувати їх довговічність, надійність і ресурс;
- прогнозувати залишковий ресурс;
- знижувати витрати часу на ремонтні роботи;
- скорочувати експлуатаційні витрати;
- зменшувати кількість обслуговуючого персоналу;
- оптимізувати кількість запасних деталей.

Таким чином, безпечна експлуатація, підвищення надійності і значне збільшення ресурсу машин, механізмів та обладнання не мож-

ливі, на цей час, без широкого застосування методів і засобів технічної діагностики.

1. Баркова Н.А. Введение в виброакустическую диагностику роторных машин и оборудования: учеб. пособие: СПб.: СПбГМТУ, 2003, 158 с.

2. Неразрушающий контроль: справочник / т. 7 / в 2 кн. / кН. 2 / Вибродиагностика / Ф.Я. Балицкий, А.В Барков, Н.А. Баркова и др. – М.: Машиностроение, 2005, 378-505, 608-723 с.

ПРОГНОЗУВАННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ РУХОМОГО СКЛАДУ МІСЬКОГО ЕЛЕКТРИЧНОГО ТРАНСПОРТУ

Обруч В.А.

Науковий керівник – Шавкун В.М., канд. техн. наук, доцент

Фізико-хімічні процеси зміни властивостей і розмірів деталей та вузлів рухомого складу міського електричного транспорту підпорядковуються певним законам і їх технічний стан можна прогнозувати з певним ступенем точності.

Прогнозування технічного стану обладнання, тобто процес передбачення зміни параметрів в майбутньому, є досить важким технічним завданням та представляє собою актуальність досліджень.

Метою роботи є обґрунтування необхідності впровадження системи діагностування рухомого складу міського електротранспорту.

Діагностування є складовою частиною процесу керування технічним станом електричного транспорту з метою збереження високої надійності (довговічності і безвідмовності) обладнання під час експлуатації при мінімальних затратах. При діагностуванні визначають, яким діям необхідно піддати обладнання для запобігання відмов і відновлення рівня його працездатності.

За умовами технології виробництва деталі і вузли рухомого складу, як і інших технічних пристроїв, виготовляють з певними допусками в розмірах, хімічній і структурній властивостях матеріалів. Це також впливає на інтенсивність зносу або старіння деталей і вузлів. Крім цього, на інтенсивність зносу деталей і вузлів обладнання суттєво впливає організація і періодичність технічного обслуговування і поточного ремонту. Якщо технічне обслуговування і ремонти здійснюють нерегулярно або їх зовсім не проводять, то швидкість зносу вузлів і деталей значно збільшується і зноси швидко досягають своїх граничних значень. У результаті всі перераховані вище фактори впливають на імовірність прогнозування роботи обладнання.

Існуючі методи прогнозування не дають можливості передбачати раптові відмови, які характеризуються стрибкоподібною зміною пара-

метрів стану деталі або вузла обладнання до граничного значення. Прогнозувати з певним ступенем точності можна поступові відмови, які характеризуються поступовою зміною параметрів технічного стану і зумовлені зносом або старінням матеріалу деталей або вузлів обладнання. Процеси зносу і старіння деталей і вузлів в основному містять детерміновану (визначальну) і випадкову складові, кожна з яких може мати переважаючий вплив для кожного конкретного випадку, що відбувається на характері процесів зносу або старіння.

Основним завданням прогнозування є визначення залишкового ресурсу елементів систем і агрегатів рухомого складу. Завданнями прогнозування під час експлуатації обладнання є скорочення трудомісткості і вартості робіт при поточних ремонтах, бо їх проводять тільки за необхідності, тобто при повному вичерпанні ресурсів деталей і вузлів; визначення строків регулювальних і ремонтних робіт, а при повному виробітку ресурсу – строків заміни обладнання; визначення потрібної кількості запасних частин; скорочення строків перебування обладнання в ремонті, бо будуть відомі елементи і вузли, які підлягають ремонту або заміні; встановлення строків (періодичності) проведення діагностування; перевірка якості виконання регулювальних і ремонтних робіт.

КОМП'ЮТЕРИЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ ДІАГНОСТУВАННЯ СИСТЕМ І АГРЕГАТИВ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

Верхолаз К.О., Удоденко В.Ю.

Науковий керівник – Шавкун В.М., канд. техн. наук, доцент

Під час роботи транспортних засобів в різних умовах експлуатації та при різній кваліфікації водіїв потреба в технічному обслуговуванні та характер розподілення робіт за поточним ремонтом неоднакові. Фактично, за даними підприємств, об'єми робіт і затрати на обслуговування та ремонт за окремими агрегатами відрізняються у два – три рази.

Для нормального функціонування вузлів і агрегатів транспортних засобів періодично повинна проводитися комп'ютерна діагностика. Це пов'язано з збільшенням частки електронних компонентів – чипів, датчиків, мікросхем – в конструкції машини. Перевірити їх працездатність, виявити помилки в їх програмному забезпеченні можливо тільки з застосуванням комп'ютерної техніки.

Актуальність дослідження полягає в необхідності впровадження та застосування сучасних засобів комп'ютерної діагностики транспортних засобів. Комп'ютеризація і автоматизація – це неминучі явища,

що супроводжують технічний прогрес. Електронна діагностика дозволяє істотно знизити витрати на утримання транспортного засобу.

Метою роботи є обґрунтування необхідності впровадження та застосування комп'ютерної діагностики на транспортних підприємствах.

Саме своєчасне виявлення відхилень і несправностей на ранньому етапі – запорука стабільної роботи і довговічності транспортного засобу. Для досягнення цієї мети проводиться комп'ютерна діагностика автомобілів. Це широкий спектр діагностичних заходів, що проводяться за допомогою комп'ютерної техніки, спрямованих на виявлення несправностей шляхом зчитування інформації з розташованих на основних вузлах датчиків автомобіля.

У сучасному транспортному засобі практично всі системи оснащуються електронними чипами управління і датчиками контролю.

Комп'ютерна діагностика систем транспортних засобів ніколи не зможе повністю замінити візуальний огляд – вони повинні доповнювати один одного.

Комп'ютерна діагностика – це процес зчитування та подальшої розшифровки кодів помилок з електронних засобів контролю і керування. З цією метою до систем підключаються спеціалізовані комп'ютерні стенди – сканери OEM, портативні рідери, багатофункціональні пристрої.

Комп'ютерна діагностика несправностей транспортних засобів дозволяє в режимі реального часу зчитувати і виявляти найменші несправності в роботі систем. Вся інформація відображається на дисплеї сканера або на моніторі комп'ютера ПК або ноутбука.

Основна функція діагностичних засобів – вимірювання діагностичних параметрів. Розробляють методи для вимірювання діагностичних параметрів при роботі обстежуваної машини (вузла) в заздалегідь заданому режимі. Отримані результати обробляються оператором або логічним пристроєм.

Інформація про зміну технічного стану буває двох типів. Можна розпоряджатися лише статистичними даними про моменти виникнення відмов. В цьому випадку закономірності зміни технічного стану можна відслідкувати, якщо вивчити зміну інтенсивності та параметра потоку відмов. До другого типу може бути віднесена інформація, яка розпоряджається крім статистичних даних про моменти виникнення відмов ще й даними про закономірності зміни вихідних (діагностичних) параметрів, які пов'язані зі зміною технічного стану.

Доцільність практичного застосування того або іншого методу і відповідних засобів діагностики можна оцінити точністю вимірюван-

ня, технологічністю операцій діагностування і економічною ефективністю впровадження.

Проте варто пам'ятати, що комп'ютерна діагностика не може виявити всі несправності. Щоб добитися максимальної ефективності від процедури, необхідно проводити її в тандемі з оглядом транспорту майстром-спеціалістом.

ВДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ ТЕХНОЛОГІЧНОГО КОНТРОЛЮ РОБОТИ НИЗЬКОВОЛЬТНОГО ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ ВАГОНІВ МЕТРОПОЛІТЕНУ

Широбоков К.К.

Науковий керівник – Закурдай С.О., канд. техн. наук, доцент

В останній час на міському електротранспорті України однією з важливих є проблема надійності пасажирських вагонів. Оновлення парку пасажирських вагонів не відповідає дійсним умовам. В результаті цього коефіцієнт зносу вагонів, що експлуатуються, зріс до 65%.

Враховуючи існуючий стан парку пасажирських вагонів, було сроблено ряд теоретичних та експериментальних досліджень, спрямованих саме на підвищення експлуатаційної надійності вагонів. Найбільша частка досліджень присвячена розробці ефективних методів та засобів діагностування електрообладнання вагонів. Впровадження їх у експлуатацію дозволяє покращити якість технічного обслуговування вагонів, підвищити їхню експлуатаційну надійність та готовність. Постійне удосконалення електрообладнання вагонів, що пов'язане з високими вимогами до безпеки руху та комфортних умов пасажирів, призвело до ускладнення систем контролю, регулювання та сигналізації. Необхідність підтримання високого рівня надійності електрообладнання вагонів вимагає своєчасного виявлення, попередження та усунення можливих несправностей, більшість з яких не виявляється зовнішнім оглядом, та вирішення задач прогнозування технічного стану. В той же час проведені дослідження свідчать, що існуючі технології технічного обслуговування та діагностування електрообладнання вагонів характеризуються великою трудомісткістю робіт та не повною мірою забезпечують підтримання надійності вагонів на необхідному рівні. Одним з ефективних шляхів вирішення цієї проблеми є розробка та впровадження у експлуатацію прогресивних методів та засобів діагностування, які дозволяють достовірно, у найкоротший термін та з мінімальними витратами матеріальних і технічних засобів визначати технічний стан електрообладнання та виявляти несправності у його системах і вузлах.

Однією з таких пропозицій є впровадження у виробничій процес пристрою для автоматизованих перевірок і випробувань електричних апаратів. Пристрій дозволяє автоматично перевірити регульовальні параметри контактної системи випробуваного апарату: провали і зазори контактів.

Продуктивність, коефіцієнт використання і ціна мають істотне значення для економічної ефективності обладнання. Технічним результатом є підвищення продуктивності і коефіцієнта використання.

АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА КОНТРОЛЮ ТА ДІАГНОСТУВАННЯ АКУМУЛЯТОРНИХ БАТАРЕЙ ТРОЛЕЙБУСІВ

Чернявський М.О.

Науковий керівник – Закурдай С.О., канд. техн. наук, доцент

У тролейбусних депо України перебувають в експлуатації тролейбуси як вітчизняного виробництва, так і імпортного, на які встановлені такі лужні акумуляторні батареї, як джерело гарантованого живлення їхніх бортових систем керування.

При експлуатації акумуляторних батарей необхідно постійно контролювати їх технічний стан, щоб вчасно прийняти необхідні дії для запобігання виходу акумуляторної батареї з ладу. В основному слід прямо або побічно контролювати такі параметри, що визначають працездатність акумуляторної батареї, як рівень заливки електроліту в секціях акумуляторної батареї, щільність електроліту, наявність внутрішніх дефектів, що роблять істотний вплив на зарядку акумуляторної батареї і процес її розрядки, наприклад наявність внутрішнього короткого замикання, частковий розрив внутрішніх мікросхем, наприклад відрив полюсного виводу від борна і т.п.

Пропонується впровадження у виробничій процес технічного обслуговування тролейбусів пристрою контролю та діагностування стану акумуляторних батарей. Пропоноване технічне рішення дозволяє знизити габарити пристрою за рахунок виконання чутливого елемента у формі плоскої обмотки, розташовуваної усередині тонкої плати, установлюваної між акумуляторами й використовуваної в конструкції замість прокладки між акумуляторами, що служить для їхнього ущільнення в контейнері батареї. Використання пропонованого пристрою спрощує конструкцію батареї акумуляторів, тому що для розміщення чутливого елемента, що реагує на зміну температури акумулятора, не потрібно введення в конструкцію батареї акумуляторів додаткових

вузлів Спрощується також електросхема пристрою за рахунок зменшення кількості функціональних блоків.

ВДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ ТЕХНОЛОГІЧНОГО КОНТРОЛЮ РОБОТИ СИЛОВОГО ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ ВАГОНІВ МЕТРОПОЛІТЕНУ

Усікова О.Ю.

Науковий керівник – Закурдай С.О., канд. техн. наук, доцент

Важливу роль у житті Харкова відіграє громадський транспорт. Основою всієї транспортної мережі – є метрополітен. Він органічно доповнює своєрідне обличчя міста, збагачуючи та прикрашаючи його архітектурний образ.

Надійність роботи вагонів метрополітену в значній мірі визначається надійністю його обладнання. Зміна стану елементів обладнання вагонів метрополітену відбувається під дією умов експлуатації. За час експлуатації усі елементи вагонів метрополітену перебувають під дією навантажень, які є нестационарними величинами. Найбільше відмов, як нормативних так і ненормативних, припадає на електричне обладнання. Тому підвищення надійності електрообладнання вагонів метрополітену є актуальною й доцільною.

Пропонується ряд технічних та організаційних рішень, спрямовані на вдосконалення технологічного контролю роботи силового електрообладнання вагону метрополітену. Однією з таких пропозицій є впровадження у виробничий процес технічного обслуговування пристрою перевірки функціональної працездатності електрообладнання вагону в стаціонарних умовах при робочих значеннях струму і напруги в силовому ланцюзі. Така перевірка вимагає імітації дії е.р.с. якірних обмоток тягових електродвигунів в силовому ланцюзі в повній відповідності з їх роботою в реальних режимах ходу і гальмування вагона.

Правильність роботи елементів силового ланцюга вагона при контролі ходового і гальмівного режимів визначають за характером зміни загального струму ланцюга і струму обмоток збудження тягових електродвигунів, які фіксуються за допомогою датчиків струму і реєструючого блоку.

ВДОСКОНАЛЕННЯ РОБОТИ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДОМ ГІБРИДНОГО ТРАНСПОРТНОГО ЗАСОБУ

Каняхіна В.Ф.

Науковий керівник – Закурдай С.О., канд. техн. наук, доцент

Гібридний транспортний засіб - високоекономічний транспортний засіб, який рухається системою «електродвигун - двигун внутрішнього згорання», яка живиться як палимим, так і зарядом електричного акумулятора.

Тенденція до переходу на гібридний тип приводу, обумовлена, в першу чергу, намаганням провідних країн світу зменшити власну залежність від постачальників енергоносіїв. Другим важливим чинником є екологічні аспекти, які стають все більш критичними із збільшенням числа транспортних засобів у світі та ростом їх доступності.

Головна перевага гібридного транспортного засобу - зниження витрати палива і шкідливих вихлопів. Це досягається повним автоматичним режимом роботи двигуна з допомогою бортового комп'ютера, починаючи зі своєчасного відключення двигуна під час зупинки в транспортному потоці, з можливістю продовжувати рух без його запуску, виключно на енергії акумуляторної батареї, і закінчуючи більш складним механізмом рекуперації - використання електродвигуна як генератора електричного струму для поповнення заряду акумуляторів.

В контексті підвищення енергоефективності, енергозбереження, екологічності та мінімізації вартості експлуатації планується виконати науково-технічне обґрунтування вибору параметрів розробки гібридного силового агрегату транспортного засобу з двигуном внутрішнього згорання.

Гібридна силова установка поєднує в собі сучасний двигун внутрішнього згорання, технологічно суміщений з електромоторами. Весь комплекс управляється електронною системою, і звичайно ж все компоненти відрізняються високою якістю. Гібридна силова установка управляє витратою енергії залежно від умов руху автомобіля.

ПРИЧИНИ ЕЛЕКТРОТРАВМАТИЗМУ НА ВИРОБНИЦТВІ

Харламов В.В.

Науковий керівник – Сєріков Я.О., канд. техн. наук, доцент

З кожним роком зростає виробництво та споживання електроенергії, а відтак і кількість людей, які в процесі своєї життєдіяльності використовують (експлуатують) електричні пристрої та установки. Тому питання електробезпеки набувають особливої ваги.

Аналіз виробничого травматизму показує, що кількість травм, які спричинені дією електричного струму, є незначною і складає близько 1 %, однак із загальної кількості смертельних нещасних випадків частка електротравм вже складає 20-40% і займає одне з перших місць. Найбільша кількість випадків електротравматизму, в тому числі з смертельними наслідками, відбувається при експлуатації електроустановок напругою до 1000 В, що пов'язано з їх значним поширенням і відносною доступністю практично для кожного, хто працює на виробництві. Кількість і частота випадків електротравматизму під час експлуатації електроустановок напругою вище 1000 В менш, що зумовлено незначним поширенням таких електроустановок і обслуговуванням їх висококваліфікованим персоналом.

Основними причинами електротравматизму на виробництві є: випадковий дотик до неізольованих струмоведучих частин електроустановок; використання несправних ручних електроінструментів; застосування нестандартних або несправних переносних світильників напругою 220 чи 127 В; робота без надійних захисних засобів та запобіжних пристосувань; дотик до незаземлених корпусів електроустановок, що опинилися під напругою внаслідок пошкодження ізоляції; недотримання правил улаштування, технічної експлуатації та правил безпеки праці при експлуатації електроустановок.

Електроустановки, з якими доводиться мати справу практично всім працівникам на виробництві, становлять значну потенційну небезпеку ще й тому, що система аналізаторів людини не здатна на відстані виявляти наявність електричної напруги. В зв'язку з цим захисна реакція організму проявляється лише після того, як людина потрапила під дію електричного струму. Проходячи через організм людини електричний струм справляє на нього термічну, електролітичну, механічну та біологічну дію. Для зниження рівня виробничого травматизму при виконанні робіт в електричних установках на підприємствах застосовують наступні засоби.

Захисне заземлення - навмисне електричне з'єднання з землею або її еквівалентом металевих струмопровідних частин, що можуть

опинитися під напругою. Заземлення здійснюється за допомогою природних штучних або змішаних заземлювачів. Заземлення захищають за рахунок малого їх опору. В якості заземлюючих провідників можуть бути використані металеві конструкції будівель, сталінні труби, сталінні оболонки кабелів, круглі провідники діаметром не менше 5 мм. та ін.

Занулення - це навмисне електричне з'єднання з нульовим захисним провідником металевих неструмоведучих частин, які можуть опинитися під напругою. Це основний засіб захисту від ураження людей струмом в електроустановках напругою до 1000 В в мережі з глухозаземленою нейтраллю.

Використання малих напруг. При роботі з переносними електроінструментами при пошкодженні ізоляції і появи напруги на корпусі різко зростає небезпека ураження електричним струмом. В цих випадках використовують малі напруги, тобто напруги не вище 42 В. Використання малих напруг різко знижує небезпеку ураження, особливо коли роботи ведуться в приміщеннях з підвищеною небезпекою чи особливо небезпечних.

Можливість забезпечити недоступність людини до струмоведучих частин від випадкового дотику, дають такі методи: розміщення обладнання на недоступній висоті, огороження струмоведучих частин обладнання (суцільні і сітчасті).

Електричне блокування - це автоматичний пристрій, за допомогою якого виключаються неправильні, небезпечні для людини дії, несанкціонований доступ до струмоведучих частин, електроустановки, що знаходиться під напругою.

Захисне вимкнення. Захисне вимкнення - швидкодіючий захист, який забезпечує автоматичне вимкнення електроустановки при виникненні в ній небезпеки ураження струмом.

Попереджувачі засоби. Попереджувача сигналізація (звукова, світлова) - це стаціонарні пристрої, які сигналізують про вимикання апаратів або про наявність чи відсутність напруги на даній ділянці мережі. Крім попереджувальних плакатів існують ще заборонні, наказові, показові. Електротравматизм у порівнянні з іншими видами травматизму складає до 1%, але за кількістю випадків з важкими наслідками займає одне з перших місць. Тому виконання захисних заходів, що передбачені відповідними нормативно-технічними документами (ПУЕ, ПБЕЕ та ін.) є життєво необхідним..

АНАЛІЗ ШКІДЛИВОГО ВПЛИВУ ТЯГОВИХ ПІДСТАНЦІЙ МІСЬКОГО ЕЛЕКТРИЧНОГО ТРАНСПОРТУ НА БЕЗПЕКУ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ЛЮДИНИ І БЕЗПЕКУ ПРАЦІ

Животов Д.О.

Науковий керівник – Серіков Я.О., канд. техн. наук, доцент

У розвинених країнах електротранспорт є основним перевізником пасажирів в міській інфраструктурі. На його частку припадає понад 50% перевезень. Так як електричний транспорт живиться постійним струмом порівняно невисокої напруги, передавати його на великі відстані занадто витратно. Тому вздовж ліній розміщуються тягово-понижувальні підстанції, які отримують з мереж змінний струм високої напруги і перетворюють його випрямлячем в постійний струм, придатний до подачі в контактну мережу.

Практично всі промислові об'єкти характеризуються шкідливим впливом (негативними факторами) різного характеру і рівня на навколишнє середовище і працюючих. До переліку основних впливів відносяться:

- фізичне забруднення - термічне (теплове), електромагнітне, іонізуюче, шумове, вібраційне, світлове;
- механічне забруднення – забруднення середовища матеріалами, які надають лише механічну дію без хімічних наслідків;
- біологічне забруднення - бактеріальне та органічне;
- хімічне забруднення – зміна природних хімічних властивостей середовища в результаті викидів промисловими підприємствами, транспортом, сільським господарством різних забруднювачів.

Теплове забруднення виникає в результаті роботи системи охолодження трансформаторів. У трансформаторах з природним масляним охолодженням активні частини (обмотки, магнітопровід), що є джерелами тепла, встановлюються в баку, заповненому трансформаторним маслом. Тепло, що виділяється в обмотках і магнітопроводі, передається через їхню зовнішню поверхню охолоджувальному маслу. Поблизу стінок бака гаряче масло має меншу щільність, ніж холодне. Виникає конвективна циркуляція масла в баку. Нагріваючи конструктивні елементи трансформатора (обмотку, Шумове забруднення. Санітарними нормами допустимого рівня шуму на території житлової забудови встановлено, що він не повинен перевищувати 60 дБ, а в нічний час – з 23 до 7 год. – 45 дБ. На тягових підстанціях міського електричного транспорту основним джерелом шуму є силові трансформатори. Шум трансформаторів обумовлений головним чином явищем магнітоіндукції. До інших джерел шуму, характерних для потужних тран-

сформаторів з форсованими системами охолодження, відносяться вентилятори і масляні насоси.

Вібраційне забруднення. Джерелом вібрації на тягових підстанціях також є силові трансформатори. З метою зниження рівня вібрації активна частина трансформатора встановлюється на віброізоляторах, в якості яких використовуються гумові, металеві, пружинні амортизатори, мінерально-волокнисті та пінопластові плити і т.д. Власна частота встановленої на віброізоляторах активної частини повинна бути в 2-3 рази менше частоти сил, що збуджують вібрацію. Наприклад, для трансформаторів з основною гармонікою збуджуючих вібрацію сил рівною 100 Гц, повинна виконуватися умова $0 < 50$ Гц. Тільки в цьому випадку амортизаторами буде забезпечено зниження вібраційної сили, що передається від активної частини на бак трансформатора. При $f/f_0 = 1/2$, коефіцієнт передачі $T = 100\%$, тобто віброізоляція дорівнює нулю. Передбачаючи віброізоляцію активної частини від днища бака, необхідно також забезпечити відсутність жорстких контактів магнітної системи із стінками і кришкою бака.

Електричне та електромагнітне забруднення. Електричне забруднення тягової підстанції міського електричного транспорту формується в результаті використання напруги 10 кВ, 550 В, 600 В, 380/220 В. Такі величини напруги є небезпечними як для обслуговуючого персоналу, так і для населення, яке проживає в безпосередній близькості від місця розташування тягової підстанції. Електричне поле частотою 50 Гц і напруженістю до 5 кВ/м не чинить організму людини шкідливої дії, тому час перебування персоналу в ньому не нормується. При напруженості більше 5 кВ/м час перебування працюючого регламентується ГОСТ-112.1.002-84.

Хімічне забруднення На тяговій підстанції маса шкідливих речовин залежить головним чином від виду трансформатора. Найбільші виділення шкідливих речовин характерні для масляних трансформаторів (із-за випарювання масла).

Механічне забруднення відбувається із-за металевих відходів, відпрацьованих акумуляторів, обробки поверхонь матеріалів, що призводить до накопичення пилу.

Таким чином, на етапі проектування тягової підстанції міського електричного транспорту необхідно приділяти значну увагу заходам захисту працюючих, навколишнього середовища та населення селітебної зони.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ТРАНСПОРТНОГО ШУМУ НА ОРГАНІЗМ ЛЮДИНИ ТА ШЛЯХИ ЙОГО ЗНИЖЕННЯ

Кухтик М.К.

Науковий керівник – Малишева В.В., канд. техн. наук, доцент

Сучасні умови життя та діяльності людини у великих промислових містах характеризуються збільшенням впливу шкідливих та небезпечних факторів зовнішнього середовища, які утворюються в зоні впливу автомобільної дороги, зокрема, транспортного шуму. Це негативно позначається на стані здоров'я мешканців, підвищує загальний рівень захворюваності та погіршує якість життя в цілому.

Із збільшенням кількості транспортних засобів та швидкості їх руху по вулицях мегаполісів світова спільнота визначила шум як один з головних чинників, які погіршують рівень життя людей в містах.

Аналіз робіт вітчизняних та закордонних вчених у галузі вивчення дії шуму на людину показав, що шум несприятливо впливає практично на всі системи організму людини, що призводить як до короточасних, так і тривалих й стійких функціональних змін, та призводить до виникнення захворювань серцево-судинної, нервової й іншої систем, а також ослабленню імунної системи організму. Високі рівні шуму можуть стати причиною нервового виснаження, психічної пригніченості, вегетативного неврозу, виразкової хвороби, розладу ендокринної й серцево-судинної систем. Шум заважає людям працювати й відпочивати, знижує продуктивність праці й збільшує травматизм на виробництві й у побуті.

Негативний вплив шуму обумовлений його фізичними параметрами (рівень звукового тиску, частота, інтенсивність, тривалість впливу, постійний або непостійний шум і т.д.), специфікою людського організму (вік, стать, стан здоров'я й т.д.) та впливом супутніх факторів, які можуть підсилити шкідливий вплив шуму.

Вплив транспортного шуму на людину можливо розглядати в різних аспектах, зокрема стосовно:

- водіїв;
- працівників адміністративних та офісних будівель, лікарень, шкіл та інших об'єктів з особливими вимогами стосовно рівнів шуму, які розташовані поблизу автомобільних доріг. Також до цієї категорії належать викладачі та учні навчальних закладів, а також медичний персонал лікарень та хворі, які перебувають на стаціонарному лікуванні;
- мешканців будинків, що розташовані в безпосередній близькості до автомобільних шляхів із значною інтенсивністю руху.

Зазначені категорії людей зазнають вплив шуму упродовж тривалого часу, тому для них дія шуму є особливо небезпечною.

Складний процес розповсюдження транспортного шуму на робочі місця та сельбищну зону вимагає розробки й впровадження комплексних шумозахисних заходів.

Для захисту від шуму сельбищної зони й робочих місць, що розташовані у будинках поблизу автомобільних доріг, є доцільним використання таких акустичних засобів захисту: засоби звукоізоляції; засоби звукопоглинання, віброізоляції, демпфування та глушники шуму. Причому в аспекті боротьби із транспортним шумом заходами з виконання звукоізоляції є підвищення звукоізолюючих властивостей конструкцій будинків і споруд, а також конструкції кабіни водія, що огорожують; акустичні екрани, відгородження. Для захисту будинків та кабін транспортних засобів від шуму використовуються засоби звукопоглинання, а саме звуковбирні облицювання. Також можливе поєднання засобів звукоізоляції та звукопоглинання в конструкціях, що огорожують.

Використання архітектурно-планувальних та організаційно-технічних методів захисту будинків від шуму транспортних потоків може виконувати як захисні, так й естетичні функції. Ці методи містять у собі оптимальні акустичні рішення щодо планування розташування будинків; створення й оптимальне акустичне планування зон та режиму руху транспортних засобів і транспортних потоків; створення шумозахищених зон у різних місцях можливого перебування людини в процесі своєї життєдіяльності.

Нажаль, повністю усунути шкідливий вплив автотранспортних потоків на людей, які працюють чи мешкають в будівлях, розташованих поряд з автомобільною дорогою, неможливо. Однак потрібно намагатися, щоб небезпека була зведена до мінімуму, і це можна здійснити за допомогою впровадження комплексних шумозахисних заходів.

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОБЛЕМ ІНЖЕНЕРНОЇ ЕКОЛОГІЇ УРБАНІЗОВАНИХ ТЕРИТОРІЙ. ПОЛІПШЕННЯ ЯКОСТІ ГОСПОДАРЧО-ПИТНОЇ ВОДИ ТА ВОДИ, ЩО СКИДАЄТЬСЯ У ВОДОЙМИЩА

ВИКОРИСТАННЯ СОРБЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВОДООЧИЩЕННЯ ВІД ІОНІВ ЗАЛІЗА

Андрєєва Л.О.

Науковий керівник – Айрапетян Т.С., канд. техн. наук, доцент

Проблема забезпечення населення країни доброякісною питною водою останніми часом набула особливу актуальність у зв'язку з надмірним забрудненням водних об'єктів і джерел водопостачання.

Залізовмісні підземні води зустрічаються практично у всіх регіонах України. Концентрація заліза коливається у дуже широкому діапазоні і у деяких регіонах сягає 20–30 мг/дм³. Високий вміст заліза у воді погіршує її органолептичні показники, викликаючи бурувате забарвлення води, неприємний металічний присмак та призводить до заростання водопровідних мереж і водозабірної арматури.

У практиці водопостачання застосовуються багато методів очищення води від сполук заліза, які різняться за ступенем технологічної надійності, економічності, простоти експлуатації тощо.

Найпоширенішим методом знезалізнєння артезіанських вод є метод спрощеної аерації. Даний метод полягає в здатності води, що містить двовалентне залізо й розчинений кисень, при фільтруванні через зернистий шар виділяти залізо на поверхні зерен завантаження.

Як фільтруючі завантаження на вітчизняних водоочисних станціях найчастіше застосовують пісок, гранітну крихту та інші подрібнені матеріали, що мають більшу брудоемність.

Однак на сьогодні застосовування зернистих матеріалів (піщані, антрацитні засипки тощо) не забезпечують необхідного рівня очистки води, потребують використання громіздких апаратів, через низьку поглинальну здатність та невелику інтенсивність масообмінних процесів.

Існуючі технології забезпечують можливість видалення (в одну ступінь) невеликих концентрацій заліза (до 6 мг/дм³). Видалення більш високих концентрацій заліза потребує використання складних багатоступеневих рішень, які є дуже коштовними і ненадійними в експлуатації.

Серед методів, що успішно застосовуються для очищення природних і виробничих стічних вод від іонів металів, найбільш ефективним є сорбційне очищення води, що дозволяє знизити вміст забруднень практично до будь-якої залишкової концентрації і не призводить до утворення вторинних забруднень.

Технічна реалізація процесу сорбційного очищення достатньо проста і у більшості випадків полягає у тому, що очищувану воду пропускають через фільтр із засипкою сорбційного матеріалу.

На підставі проведеного аналізу сучасного стану проблеми знезалізнення підземних вод і застосування для водопідготовки сорбційних технологій, можна зробити висновок, що сьогодні на ринку представлено досить велику кількість сорбентів, які мають різну природу походження.

У промисловій практиці використовують різні сорбенти, які поділяють на вуглецеві й мінеральні. До перших ставляться активне вугілля, торф й інші матеріали, одержувані в основному при переробці різних органічних матеріалів, до других - силікагелі, алюмогелі, цеоліти. Всі сорбенти тією чи іншою мірою проявляють активність до поглинання іонів металів.

Але незважаючи на різноманіття застосовуваних сорбентів, багато з них не задовольняють всьому комплексу вимог, що ставляться до матеріалів такого типу, у зв'язку з чим пошук та розробка нових сорбційних матеріалів ведеться постійно. Сорбційні матеріали повинні бути доступними, мати високу механічну міцність, здатність до багаторазової регенерації. Окрім того, як показують практичні випробування багатьох сорбентів на промислових об'єктах, їхні експлуатаційні характеристики в більшості випадків не збігаються з фактичними.

Тому актуальним завданням є пошук та вивчення нових природних сорбентів, що мають високу сорбційну ємність, підбір місцевих природних матеріалів, що оптимально поєднують економічну рентабельність й ефективне очищення з можливістю ефективної регенерації.

Широке і неухильне збільшення масштабів застосування саме природних адсорбентів обумовлено тим, що, володіючи розвинутою питомою поверхнею і хорошими, часто специфічними сорбційними властивостями, вони в десятки разів дешевше штучних адсорбентів. У зв'язку з цим спрощується їх технологічне застосування: часто виключається стадія регенерації.

Отже найперспективніший підхід до вирішення проблеми якості питної води - використання природних мінеральних сорбентів у технологічних схемах на водопровідних станціях. Позитивними факторами сорбційної обробки води природними мінеральними сорбентами є ви-

сокий ступень очищення, економічність, пов'язана з багаторазовістю використання сорбенту.

ВИКОРИСТАННЯ АНАЕРОБНИХ РЕАКТОРІВ ПРИ ОЧИСТЦІ СТОКІВ ПІДПРИЄМСТВ ВИРОБНИЦТВА ПИВА

Беляєв В.О.

Науковий керівник – Сорокіна К.Б., канд. техн. наук, доцент

В основі процесу анаеробної очистки стічних вод лежить біохімічне перетворення в безкисневих умовах органічних речовин забруднень стічної води в біогаз (суміш 70 % метану і 30 % вуглекислого газу). З 1 кг ХПК вилучених забруднень утворюється близько $0,5 \text{ м}^3$ біогазу, який є прекрасним паливом з калорійністю 5500–7000 ккал/м³, що дуже важливо для України, яка не має в достатній кількості енергоносіїв.

При використанні анаеробних процесів забруднення, які містяться в стічних водах, перетворюють в біогаз за допомогою відповідних мікроорганізмів. Ці способи включають в себе як прості – без збагачення біомаси, так і високопродуктивні способи з внутрішнім, як правило, збагаченням біомаси

Комунальні стічні води порівняно мало забруднені з хімічної потребою в кисні (ХПК) близько 500 мг/дм³, і очищають їх, як правило, аеробним способом з використанням активного мулу. В харчовій промисловості стічні води, які утворюються в процесі виробництва, значно сильніше органічно забруднені – вони мають ХПК від 1000 мг/дм³ і до 100000 мг/дм³ і більше. Для очищення таких стічних вод застосовують високопродуктивні способи.

На світовому ринку існує безліч компаній, які є розробниками обладнання для реалізації технології анаеробного очищення стічних вод. Провідними вважають голандські компанії – RAQUES, яка є першовідкривачем, Hydro Thane, VEOLIA, Econvert, VOITH. З них можливо виділити основні – це RAQUES и Hydro Thane.

Сучасні конструкції біореакторів дуже різноманітні. Їх продуктивність досягає 30–115 кг ХПК/м³ добу, що в 10–15 разів вище продуктивності аеротенків. Це забезпечується підтримкою в анаеробних біореакторах великих концентрацій (20–60 г/дм³) високоактивного анаеробного мулу, який утворює стійкі щільні флокули (гранули) діаметром 1–5 мм.

Утримання біомаси в реакторах проводять за допомогою внутрішніх спеціальних перегородок або за допомогою іммобілізації на завантажувальних матеріалах-носіях.

Можна виділити основні види анаеробних реакторів:

- UASB;
- однорівневий трифазний сепаратор;
- дворівневий трифазний сепаратор;
- з внутрішньою рециркуляцією;
- із зовнішньою рециркуляцією;
- спеціальне виконання (комбіновані установки).

Існують конструкції, які не містять завантажувального матеріалу – так званий UASB-реактор (реактор з висхідним потоком стічної води через шар активного мулу (аеробного або анаеробного)). Це найбільш простий і дешевий реактор.

Пивоварні компанії в останні роки значно збільшили виробничі потужності на українському ринку. У зв'язку з цим компанії приділяють велику увагу питанням екології, де одним з головних є знешкодження та переробка утворених рідких відходів (стічних вод).

Стічні води сучасного пивоварного заводу характеризуються високим рівнем забруднення органічними речовинами (ХПК до 2000–6000 мг/дм³).

Якщо розглянути компоновання ЛОС (локальні очисні споруди), то всю схему очищення стічних вод можливо розділити на три потоки:

1. Очистка стічних вод:

- механічна – барабанні сіткові фільтри з прозором 0,5 мм, аварійний резервуар;
- фізико-хімічна – реманентний напірний флотатор;
- біологічна – анаеробний реактор, аеротенк, вторинний відстійник;
- доочищення (залежить від нормативу скиду стічних вод) – самотримувальні фільтри;

2. Очищення утвореного біогазу (отриманий біогаз належить очистити перед застосуванням) – лужно-кислотний біоскрubber, осушка газу, газгольдер, компресорна станція;

3. Вузол обробки осад – центрифуги для зневоднення надлишкового мулу зі споруд аеробної очистки, а також флотошлама з флотаторів.

Очисні споруди відрізняються високим рівнем автоматизації, оснащені всіма необхідними контрольно-вимірювальними приладами і автоматикою, яка включає контроль рівня в ємкостях і реакторах, вимір і автоматичне регулювання витрати, контроль і регулювання рівня рН, температури, вмісту розчиненого кисню в аеротенках. Управління роботою очисних споруд здійснюється з комп'ютера. Система візуалізації дозволяє оператору контролювати і змінювати параметри роботи

споруд в реальному часі, переглядати історію їх змін, формувати звіти. Існує можливість дистанційного контролю роботи очисних споруд.

БЕЗТРАНШЕЙНІ МЕТОДИ РЕМОНТУ ЛОКАЛЬНИХ УШКОДЖЕНЬ ТРУБОПРОВОДІВ

Бєляєва О.О.

Науковий керівник – Сорокіна К.Б., канд. техн. наук, доцент

Причини і характер пошкоджень водопровідних і каналізаційних трубопроводів можуть бути найрізноманітнішими. Технологію ремонту та обладнання для його здійснення визначають після ретельного аналізу характеру пошкоджень.

В даний час широко використовують технології безтраншейного ремонту порівняно невеликих, локальних пошкоджень трубопроводів, перш за все каналізаційних.

Найбільш поширеним видом ушкоджень каналізаційних трубопроводів є нещільності стиків окремих секцій трубопроводу, які викликані зрушенням ґрунту. Для відновлення подібних дефектів фірма «Insituform» розробила метод «ПЕНЕТРИН» (PENETRYM) і спеціальний пристрій (пакер) для його здійснення. Пакер представляє собою циліндричний пристрій, який складається з двох пневматичних заглушок і системи центральних отворів для подачі двокомпонентного композиту для герметизації, який здатний полімеризуватися протягом 30 секунд навіть у воді. Завдяки пневмозаглушкам композит під тиском надходить тільки у нещільності стиків і далі в ґрунт за трубопроводом, при цьому утворюються герметизуючі пробки; при цьому внутрішній діаметр санованого трубопроводу практично не змінюється. Метод «ПЕНЕТРИН» дозволяє проводити ремонт каналізаційних трубопроводів діаметром від 150 до 600 мм включно.

При більш складних і великих за площею локальних пошкодженнях трубопроводів для їх відновлення потрібні інші («манжетні») безтраншейні методи ремонту, що передбачають створення нового полімерного ремонтного покриття в зоні руйнування.

Основні технологічні принципи «манжетних» способів ремонту базуються на методах, які розроблені для відновлення довгомірних ділянок трубопроводів. Найбільшого поширення набули способи санації локальних ушкоджень з використанням гнучкого рукава з армуючим матеріалом, які насичені термореактивними герметиками.

Більш простим є спосіб формування композитної труби за допомогою пакера. Пакер, який складається з двох заглушок і еластичної оболонки з розміщеним на ній ремонтним покриттям, протягується

лебідкою до місця пошкодження трубопроводу. Після розміщення пристрою всередину еластичної оболонки під тиском подається теплоносії (пар, гаряча вода), який, «роздуваючи» оболонку, щільно притискає ремонтне покриття до внутрішньої поверхні пошкодженого трубопроводу і забезпечує полімеризацію термореактивного герметика. На цьому технологічному принципі базується переважна більшість сучасних безтраншейних методів локального ремонту трубопроводів діаметром від 150 до 800 мм. В якості захисту на ремонтне покриття надівається кожух з щільного еластичного матеріалу. Після доставки пристрою до місця проведення ремонту захисний кожух зривається з пристроєм і видаляється з трубопроводу.

Безумовний інтерес представляє метод локального ремонту і пристрій для його здійснення, який розроблено фірмою «ТАРИС». Пристрій є ремонтним роботом, який забезпечений бандажною головкою, що представляє собою еластичну герметичну оболонку, на яку надягають рукавну заготовку ремонтного покриття, виготовлену з армуючого матеріалу, насиченого термореактивним герметиком. Після установки робота в місці ремонту в бандажну головку від компресора подається стиснене повітря, яке розтягує оболонку, і ремонтне покриття щільно притискається до ділянки трубопроводу. Нагрівання покриття проводиться резистивним вуглеволокнистим матеріалом, певним чином розподіленого в рукавній заготовці. Після формування композиту резистивні волокна залишаються в матеріалі покриття і забезпечують його додаткове армування. Цей метод не знаходить широкого застосування через його високу вартість.

Одним з найскладніших видів локальних пошкоджень трубопроводів є руйнування стінки труби з осіданням ґрунту і зменшенням площі поперечного перерізу. Для відновлення таких трубопроводів на першому етапі ремонтних робіт використовують спеціальний пакер (gauder), що представляє собою циліндричний гідравлічний пристрій, який здатний змінювати свій діаметр (гідравлічний прес, який забезпечує значний тиск на стінки по всій окружності зруйнованої ділянки трубопроводу за рахунок рухливих секцій через сталеву роз'ємну царгу). Фіксація відновленого діаметра здійснюється за допомогою сталевих роз'ємних царг, яка кріпиться в місці руйнування трубопроводу. Пристрій може бути використано для відновлення прохідного перетину трубопроводів діаметром від 200 мм до 500 мм і при зменшенні площі поперечного перерізу до 40 %. Після відновлення прохідного перетину трубопроводу проводиться остаточне його відновлення, що полягає в формуванні нового композитного покриття в місці пошкодження трубопроводу.

ОСОБЛИВОСТІ ОЧИЩЕННЯ СТИЧНИХ ВОД М'ЯСОКОМБІНАТІВ

Гогорєва К.О.

Науковий керівник – Дегтяр М.В., канд. техн. наук, доцент

Промислові стічні води – це найпотужніше джерело забруднення природних вод антропогенним шляхом. Промислові стічні води характеризуються великими обсягами утворення, динамічністю хімічного складу та нерівномірністю утворення в часі, що ускладнює роботу очисних споруд.

Більш детально розглянемо стічні води харчової, а саме м'ясопереробної промисловості.

Річне виробництво м'яса різних категорій в Україні становить близько 2,4 млн. тонн. Обсяг стічних вод, які утворюються при цьому, становить біля 40 млн. м³ у рік. Утворення великої кількості специфічних стічних вод і недостатня ефективність їх очищення становлять загрозу довкіллю.

Стічні води м'ясокомбінатів та тваринницьких комплексів утворюються на всіх стадіях технологічного процесу і містять велику кількість тваринної сировини та побічних продуктів виробництва, мають неприємний запах, швидко загнивають.

З органічних забруднень в стічну воду потрапляють жир, кров, канига, гній, частки тваринних тканин, щетина, уламки кісток; мінеральні забруднення представлені піском, кухонною сіллю, нітратами, глиною.

Слід зазначити, що обсяги водовідведення на м'ясопереробних підприємствах залежать не тільки від потужності підприємства, але й від асортименту продукції, що виробляється. В загальному стоці м'ясокомбінатів концентрація завислих речовин може коливатися від 1200 до 2000 мг/дм³, вміст жирів до 200 мг/дм³, а біологічне споживання кисню (БСК) складає 1400–1500 мг/дм³. Для стічних вод м'ясокомбінатів характерний великий вміст азоту: загального – 20–200 мг/дм³, амонійного – 5–15 мг/дм³.

Головну роль у запобіганні забрудненню водних джерел, виходячи зі складу стічних вод, належить методам біологічної очистки. У зв'язку із цим надзвичайно актуальними є питання вдосконалення відомих і втілення нових ефективних споруд і технічних рішень, придатних для концентрованих стічних вод м'ясопереробної галузі.

При біологічному очищенні стічних вод крім класичних споруд-аеротенків і біофільтрів застосовуються споруди комбінованого типу, що сполучають у собі ознаки вищезгаданих.

Пошук оптимальних технологічних схем і їх апаратурного оформлення дав поштовх створенню й впровадженню нових технічних рішень.

Так в окрему класифікацію можна виділити:

- Заглибні біофільтри
- Аеротенки із прикріпленою біомасою
- Анаеробні та аеробні біореактори.

Найбільш широке поширення одержали заглибні біодискові фільтри, які як правило використовуються для витрати стічних вод до 1000 м³ на добу. У якості завантаження для біодискових фільтрів рекомендуються перфоровані диски, виготовлені з об'ємних синтетичних матеріалів зниженої щільності (пінопласту, піноскла).

Заглибні біодиски можуть бути рекомендовані в якості апаратурного оформлення процесу біологічної очистки стічних вод м'ясокомбінатів та мають наступні переваги перед традиційними спорудами біологічного очищення:

- у порівнянні з аеротенками менш чутливі до токсичних речовин, мінеральних масел і синтетичних детергентів;
- мають короткий пусковий період, біоплівка утворюється через 2-3 доби після пуску установки. Вихід на робочий режим - 1-2 тижня;
- біологічна плівка, що виноситься з біодискового фільтра, має кращі седиментаційні властивості;
- при однакових категоріях стічних вод і заданому ефекті очищення час аерації в біодискових фільтрах становить 60-90 хвилин, а в класичних аеротенках - близько 6 годин.

Таким чином стічні води підприємств м'ясопереробної промисловості є висококонцентрованими, з високим вмістом органічних сполук, завислих речовин та містять біогенні елементи, які мають негативних вплив на процеси біологічного очищення.

З урахуванням цих факторів було запропоновано використання занурених біодискових фільтрів для здійснення процесу біологічного очищення, який є вирішальним при очищення стічних вод такого характеру, і дозволить мінімізувати негативний вплив перерахованих факторів на перебіг процесу біологічного очищення.

ПРИКРІПЛЕНОЇ МІКРОФЛОРИ ДЛЯ ІНТЕНСИФІКАЦІЇ БІОЛОГІЧНОЇ ОЧИСТКИ СТІЧНИХ ВОД

Буряк Є.М., Денисовець М.О.

Науковий керівник – Душкін С.С., канд. техн. наук

Як показує досвід експлуатації, при підвищенні концентрації активного мулу в аеротенках виникають значні труднощі з розподілом концентрованих мулових сумішей у вторинних відстійниках. Це призводить або до необхідності використання спеціальних споруд (флотаційні мулорозподільувачі, відстійники з тонкошаровими блоками), або до значного збільшення обсягів звичайних вторинних відстійників та енерговитрат на перекачку зворотного активного мулу.

В останні роки у вітчизняній і зарубіжній практиці все більше уваги приділяється питанню інтенсифікації процесу біологічної очистки стічних вод в аеротенках шляхом збільшення концентрації мулу за рахунок прикріпленої на поверхні носія мікрофлори.

В результаті численних досліджень встановлено, що перевагами технології біологічної очистки з прикріпленою мікрофлорою є: можливість очищення висококонцентрованих стічних вод зі стабільними якісними показниками завдяки збільшенню біомаси; зниження ймовірності спухання активного мулу за рахунок закріплення бактеріальних клітин, що викликають спухання, на носії; підвищення окислювальної потужності споруд, що призводить до скорочення тривалості обробки стічних вод, більш глибокої їх очищення, зменшення обсягів споруд.

Протягом тривалого періоду проводились дослідження щодо застосування пористого матеріалу в аеротенках. Ці дослідження були спрямовані на інтенсифікацію процесу очищення, важко окислюються виробничі стічні води, в ході обробки яких виникає проблема з підтримкою необхідної дози активного мулу в зоні аерації. Експериментально встановлено, що вільно плаваючі в зоні аерації фракції пористого завантажувального матеріалу, наприклад поролону, не позначаються негативно на роботі аераційної і водорозподільної системи в аеротенках. Разом з тим плаваючий завантажувальний матеріал значно інтенсифікує роботу в аеротенках внаслідок підвищення дози активної біомаси. Крім того, використання плаваючого інертного носія біомаси дозволяє відмовитися від рециркуляції активного мулу з вторинних відстійників, що знижує капітальні та експлуатаційні витрати.

В Санкт-Петербурзькому державному архітектурно-будівельному університеті спільно з водоканалом м. Санкт-Петербург розроблена конструкція аеротенках з блочною завантаженням, що отримала назву біотенк. Біотенк виконаний на базі аеротенка коридорного типу з ни-

зьконапірної аерацією. Касети, в яких натягнута перфорована вінілопластова плівка, встановлені перпендикулярно у поздовжніх стінках, аеротенка по напрямних. Частина касет встановлена над аератори під кутом 60°. Використання тонкоплівкових полімерних матеріалів в якості носія біомаси в біотенках дозволило створити легкі і міцні конструкції касет, які можуть вилучатись з споруди для профілактичного огляду або ремонту.

Крім касет з винипластовою плівкою і поролону в якості інертного носія біомаси в аеротенках можуть використовуватися інші типи модулів або блоків у вигляді об'ємних конструкцій. Це трубчасті або сітчасті елементи, з прикріпленими вільно висячими джгутами (гірляндами) з різних матеріалів, пучки синтетичних ниток або скловолокна. Можлива установка в аеротенках касет з нетканого волокнистого матеріалу товщиною 15 - 30 мм.

Аеротенки з регулярною плоско паралельній або з трубчастою насадкою, а також з перфорованої засипної завантаженням рекомендується застосовувати для очищення концентрованих стічних вод при різкому коливанні їх складу або при великій імовірності залпових скидів. Особливо доцільно їх застосування для очищення стічних вод, що характеризуються утворенням "роздмуханого" активного мулу, оскільки нитчасті і інші бактерії, що викликають це явище, добре закріплюються на інертному носії і не виносяться з системи аеротенк - вторинний відстійник.

Суть полягає в тому, що аеротенк містить підвідний і відвідний трубопроводи, резервуар з пневматичною системою аерації, розділений на зони перегородками з контактних носіїв, додатково виконаних з синтетичної сітки, закріпленої на металевих рамах, які встановлені в жорсткому каркасі, що забезпечує поворот на кут 0-270°, а перегородки встановлені під кутом до напрямку руху потоку стічних вод, і встановлений водопідійомник, що має трубопровід повернення біомаси в початок секції.

В процесі роботи на контактному носії відбувається іммобілізація клітин, причому видовий склад і характеристика біоценозу визначається складовими субстрату, тобто в послідовно розташованих зонах забезпечується видовий склад мікроорганізмів, що відповідає призначенню цієї зони.

ОСОБЛИВОСТІ НА-КАТІОНУВАННЯ ВОДИ

Дорошенко Л.А.

Науковий керівник – Дегтяр М.В., канд. техн. наук, доцент

Вода є одним з найважливіших факторів навколишнього середовища, що впливає на процеси життєдіяльності живих організмів.

До якості питної води висуваються певні вимоги, оскільки недоброякісна вода може спричиняти захворювання як інфекційного, так і неінфекційного характеру, що пов'язані з певним хімічним складом або забрудненням водних джерел. В Україні ці вимоги регламентовані санітарним законодавчим документом ДСАНПІН «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною».

Для корегування мінерального складу природних вод не останнє місце займає процес На-катіонування. Натрій-катіонітовий метод застосовують для зм'якшення підземних і поверхневих вод із вмістом завислих речовин не більше 5-8 мг/дм³ і жорсткістю не більше 30 град. Твердість води може бути знижена при одноступінчастому На-катіонуванні до 0,03-0,05 мг-екв/дм³, при двоступінчастому – до 0,01 мг-екв/дм³.

Апаратним оформленням методу є На-катіонітові фільтри. Процес зм'якшення води на катіонітових фільтрах включає в себе наступні послідовні етапи:

- фільтрування води через шар катіоніту до моменту досягнення гранично допустимої твердості в фільтраті (швидкість фільтрування в межах 10- 25 м / год);
- розпушування шару катіоніту висхідним потоком зм'якшеної води, відпрацьованого регенерату або відмивних вод (інтенсивність потоку 3- 4 л / (с·м²);
- спуску водної подушки, щоб уникнути розбавлення регенеруючого розчину;
- регенерації катіоніту за допомогою фільтрування відповідного розчину (швидкість фільтрування 3- 5 м/год);
- відмивання катіоніту незм'якшеною водою (швидкість фільтрування 8 -10 м / год).

На якість кінцевого продукту, а також ефективність процесу зм'якшення впливають особливості конструкції фільтру, а саме розподільних пристроїв. В результаті аналізу різних конструкцій розподільних пристроїв для інтенсифікації процесу подачі води до фільтру та зм'якшення в цілому, запропоновано нижній та верхній розподільний пристрій по типу «копіюючого днища». Пристрій складається з вертикальної склянки, колекторів, які розміщуються максимально наближе-

но до нижнього та верхнього днища фільтра під кутом до горизонтальної площини і розподільних труб, виконаних з нержавіючої сталі, в які вкручені подвійні поліпропіленові ковпачки зі щілинами 0,2 та 0,5 мм.

Конструкція верхнього розподільного пристрою стійка до механічних навантажень, особливо при виконанні операції «ущільнення». Запропонована конструкція дозволяє використовувати технологію протиточного катіонування.

Для інтенсифікації процесу катіонування, шляхом поліпшення гідралічних характеристик фільтра при використанні полідисперсних смол, а також продовження терміну їх служби пропонується використання додаткового завантаження шару інертного фільтруючого завантаження ІНЕРТ ДС, який розташовується над шаром іоніту. Висота шару ІНЕРТ ДС становить близько 300 мм. При цьому шари не перемішуються, за рахунок різниці в щільності їх зерен: ІНЕРТ ДС - 1,05 г/см³, щільність іонітів - 1,15-1,18 г/см³.

З метою запобігання виносу ІНЕРТ ДС, а також іоніта під час регенерації використовується шар плаваючого інертного матеріалу ІНЕРТ, який розташовується нижче верхнього розподільного пристрою. При роботі іонітних фільтрів вихідну воду подають зверху-вгору, послідовно, через шар плаваючого ІНЕРТа, шар ІНЕРТ ДС і шар іоніту. Шар ІНЕРТа виконує функцію рівномірного розподілювача води, що очищається за площею фільтра. Шар ІНЕРТа ДС забезпечує зниження перепаду тиску фільтруючого завантаження іоніта і відповідно дозволяє збільшити швидкість фільтрування до 30-40 м/год.

Таким чином, застосування даної технології має такі переваги:

- можливість застосовування в протиточних фільтрах;
- підвищення технологічних показників фільтрування за рахунок більш високих швидкостей до 30-40 м /год;
- зниження механічних пошкоджень зерен іонітів за рахунок зниження гідралічного опору (перепаду тиску), так як забезпечується "об'ємне" фільтрування в верхньому шарі фільтруючого завантаження ІНЕРТ ДС;
- скорочення норми щорічного досипання слабоосновних аніонітів до 15%, а катіонітів до 1-2%.

SELECTION OF THE OPTIMAL VARIANT OF RECULTIVATION OF SLUDGE FIELDS IN KHARKIV CITY

Zbrokh S.

Scientific director – Chub Irina, PhD, Associate professor

One of the major environmental problems of a city existence and development is disposal of household wastewater sludge. City wastewater treatment plants generate significant volume of sludge containing organic matter, nitrogen, phosphorus, Sulphur, heavy metals, etc.

Kharkiv waste water treatment plants (WWTP-1 and WWTP-2) produce about 1.1 million cubic meters of sludge per year. Its dewatering and drying applies sludge lagoons of large area (124.56 ha – WWTP-2 (Bezludivsky) and 30.6 ha – WWTP-1 (Dykanivsky)). Sludge/sediment lagoons of WWTP-2 (Bezludivsky) are almost completely filled due to exceeding design loads and there is not much space left for further disposal of dried or wet sludge. Sludge/sediment lagoons of WWTP-1 (Dykanivsky) are out-commissioned, and are not used now and will not be used in future.

Today, sludge from WWTP-1 (Dykanivsky) and WWTP-2 (Bezludivsky), Kharkivvodovidvedennia complex, is pumped to sludge lagoons of WWTP-2 (Bezludivsky), covering great areas, affecting the environment, contaminating soil, surface water, groundwater and the atmosphere.

About 9 000 000 cubic meters of sludge of 95-98% water content was pumped to the sludge lagoons from 1999 to 2016. Considering the constant dynamics of sludge inflow to sludge lagoons and its dewatering under natural conditions, it is impossible to determine the actual volume of sludge accumulated at sludge lagoons.

There are mainly three types of different media in the lagoons we will deal with:

- a) sediment in the lagoons (old);
- b) disposed dewatered sludge (old);
- c) freshly and continuously generated waste sludge from two plants.

It is assumed that the amount of sludge on sludge lagoons is about 9 000 000 cubic meters. The sites are located on the territory of WWTP-2 (Bezludivsky) and WWTP-1 (Dykanivsky).

The main objective of present assignment is to prepare best technical solution for sludge treatment and disposal/reuse. We can solve the sludge problem, to understand the scope and to propose most feasible options in the most cost effective and technically sound way.

The purpose of the study is to assess the state of the sludge lagoons and offer recommendations for the utilization of the sludge accumulated on

these lagoons and the reuse of this land after their release. The study covers the sediments of the sludge lagoons and the newly formed sludge from the treatment facilities.

The following effect is expected from the utilization of the disposed sludge:

Reduction of the greenhouse effect due to reduction of greenhouse gas emissions into the atmosphere;

- Reducing the negative impact of fumes on the environment;

- Reduction of unpleasant smells from sludge pads;

- Exclusion of the possibility of filtrate entering groundwater;

- Prevention of sludge ignition;

- Release of sludge fields and their subsequent application in the city economy.

The expected results of sludge disposal:

- Maximum reclamation of territory under sludge/sediment lagoons;

- Maximum reduction of sludge volume, compared with the volume of sludge after mechanical dewatering taking into account the proposed technology;

- The final product contains no pathogenic compounds, it is completely decontaminated for possible use in other spheres and brings profits for the communal enterprise.

We will evaluate at least the following options of sludge utilization:

- Direct agricultural use;

- Composting and agricultural use;

- Composting and landfilling;

- Drying and granulation for use as fertilizer;

- Drying and granulation for use as fuel;

- Digesting, gas production and incineration.

ХАРАКТЕРИСТИКА ЗАБРУДНЕНЬ СТИЧНИХ ВОД КОКСОХІМІЧНИХ ПІДПРИЄМСТВ

Маргарян М.Г.

Науковий керівник – Галкіна О.П., канд. техн. наук

Промислові підприємства є основними споживачами води з водних джерел, які використовуються в оборотних системах та технологічних циклах промислових підприємств. Стічні води коксохімічних виробництв – одні з найнебезпечніших в екологічному відношенні джерел забруднення водойм. Це обумовлено тим, що основними забрудненнями фенольних стічних вод є: феноли, роданіди, ціаніди, аміак, смоли, масла, завислі речовини, шкідливі органічні і неорганічні

домішки. Найнебезпечнішими та високо токсичними домішками є феноли.

Концентрація зазначених речовин у стічних водах, що скидаються у водні об'єкти, лімітується санітарними нормами. Тому забезпечення надійного і екологічно безпечного водоспоживання та ефективного очищення фенольних стічних вод є основним завданням при виборі методу очищення.

Основне завдання коксохімічного виробництва полягає у виробництві кам'яновугільного коксу, коксового газу, бензолу, етилену, різних масел, смол та ін. Ці продукти використовуються у якості палива чи сировини для виготовлення полімерів, синтетичних миючих засобів, пестицидів, азотних добрив у металургійній, хімічній та інших галузях промисловості.

Під час коксування відбувається переробка кам'яного вугілля. При таких технологічних операцій як: промивання вугілля, гасіння коксу, очищення газу від сірководню, ректифікація смоли, вода забруднюється переважно летючими фенолами, аміаком і смолами. Така вода коксохімічних виробництв характеризується підвищеними концентраціями роданідів, сульфідів, хлоридів, наявністю тіосульфатів і значенням рН від 7,1 до 8,8.

Якість стічних вод коксохімічного виробництва коливається в широких межах. У таких водах містяться 0,3–0,5 г/л завислих речовин, 0,3–0,5 г/л смол і масел, 0,4–1,8 г/л фенолів, 0,2–3 г/л і більше аміаку, 0,1–0,4 г/л ціанідів і роданідів, 0,8–3 г/л органічних речовин БПК₅. Аналіз складу води залежно від забруднень дозволив виділити три групи фенольних стічних вод (ФСВ). Класифікація фенольних стічних вод наведена на рис. 1.

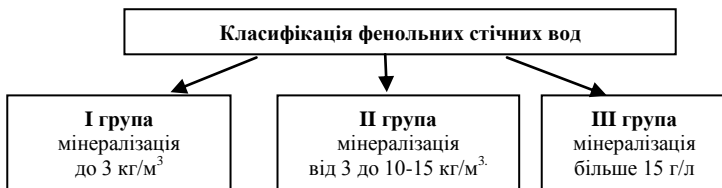


Рисунок 1 – Класифікація фенольних стічних вод коксохімічних підприємств

Для забезпечення вимог санітарних норм необхідно здійснювати складну обробку цих стічних вод залежно від їхнього якісного складу. З огляду на високу токсичність ФСВ коксохімічних підприємств, розроблені й застосовуються на практиці різні способи їх знешкодження:

механічні, фізико-хімічні, біохімічні, електрохімічні, доочищення тощо.

Традиційно очищення стічних вод коксохімічного виробництва відбувається очищенням від механічних домішок, смол і масел у відстійниках; біохімічним очищенням від фенолів, аміаку, роданидів і ціанідів в аеротенках; доочищенням на фільтрах із зернистим завантаженням; стабілізаційним обробленням інгібіторами корозії та накипоутворення.

Найбільшого поширення набув метод біохімічного очищення ФСВ на біохімічних установках, який у світовій практиці визнано оптимальним і економічно доцільним для знешкодження вод різного походження. Біохімічна очистка ФСВ здійснюється фенол- і родандруйнаційними мікроорганізмами.

Зарубіжний досвід очищення ФСВ на коксохімічних підприємствах показує, що очищення проводиться екстракційним методом, а їхнє доочищення – біологічним. На деяких заводах встановлені кварцеві фільтри, які ефективно витягують смолисті речовини з надсмольної води, і флотаційні установки для знемаслення стічних вод, а також біологічні установки для знешкодження стічних вод. Останнім часом актуальним є доочищення стічних вод, адже лише однієї біохімічної очистки промислових стічних вод у ряді випадків уже недостатньо.

ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ ІОННОГО ОБМІНУ

Мірошніченко Ю.В.

Науковий керівник – Благодарна Г.І., канд. техн. наук, доцент

Існує ряд твердих речовин, які здатні обмінювати свої іони на іони розчинених у воді солей. Ці речовини називаються іонітами. Вони діляться на дві групи: катіоніти - обмінюють позитивно заряджені іони (катіони) і аніоніти - обмінюють негативно заряджені іони (аніони). Іоніти застосовуються для очищення води від розчинених солей.

Технологія іонного обміну застосовується в водопідготовці для пом'якшення, підлужування, видалення нітратів, демінералізації води.

Метод іонного обміну можна використовувати для очищення стічних вод багатьох хімічних виробництв: електрохімічних – від іонів важких металів і ціанідів; синтетичних волокон - від іонів цинку; азотних добрив - від аміаку і міді; коксохімічних - від тоісульфатів і роданидів; штучних і природних ізотопів - від радіоактивних речовин. Іонообмінні процеси можна успішно використовувати і при очищенні

промислових стічних вод від органічних сполук – фенолу, аніліну, ПАР та ін.

В якості іонообмінних матеріалів використовують природні або штучні полімерні смоли, нерозчинні у воді і органічних розчинниках. Іонний обмін широко використовується і при підготовці природної води. Відомо, що підвищення витрат NaCl на регенерацію катіоніту не збільшує його обмінної здатності, а призводить до перевитрати солі через скидання в каналізацію невикористаної її частини. Крім того, збільшується час відмивання катіоніту, внаслідок чого зростає витрата води на власні потреби. Існують різні методи скорочення витрат солі на регенерацію Na - катіонітних фільтрів водопідготовчих установок і, отже, зменшення забруднення водойм:

- протиточна і поступово-протиточна регенерація,
- повторне використання відпрацьованого регенераційного розчину солі,
- підігрів регенераційних розчинів солі і зм'якшування води,
- регенерація катіоніту розчином наростаючої концентрації,
- застосування високоємних катіонітів.

Протиточна регенерація реалізується складніше, вона може проводитися з мінімальною витратою реагентів (надлишок від 1,1) і обсягом відходів. Оскільки розчин на виході з фільтра контактує з найбільш регенованим іонітом, якість очищення максимально.

Але не дивлячись на недоліки протиточної регенерації, вона має і ряд переваг над прямоточною системою: знижує власні потреби установки іонного обміну по реагентам в 1,5 рази, а власні потреби установки по знесоленню води на проведення регенерації знижуються приблизно в 2 рази. Крім того зменшиться кількість іонообмінних фільтрів в 1,5-2 рази, покращиться якість знесоленої води, а собівартість знесоленої води зменшиться приблизно в 2 рази.

Однією з перших запатентованих протиточних технологій була технологія Schwebbett фірми Bayer AG. Технологія протиточного іонування з так званим «виваженим» шаром іоніту в висхідному потоці оброблюваної води втілена в конструкціях системи АМБЕРПАК фірми RohmandHaas і ПЬЮРОПАК фірми Purolite.

У цьому варіанті вода, яка обробляється прямує знизу вгору, регенераційні розчин – зверху вниз. Смола розміщується в фільтрі між двома дренажними пристроями. Над шаром смоли розташовується шар плаваючого гранульованого інертного матеріалу, який запобігає виносу дрібних фракцій іоніту з фільтра через верхній ковпачковий дренажний пристрій в процесі сорбції, а також забезпечує оптимальний розподіл реагенту при регенерації. Оскільки смола в процесах сорбції –

регенерації змінює обсяг, тому необхідно додатковий вільний простір в фільтрі. Очищення води виробляють при її подачі від низу до верху.

Регенерація такого фільтра відрізняється від прямооточного відсутністю операції промивки від суспензій. При забрудненні нижнього шару завислими речовинами, цей шар виводиться з апарату в спеціальну безнапірну колону, де і відмивається, після відмивання повертається в апарат.

Переваги системи АМБЕРПАК і ПЬЮРОПАК:

- висока ефективність регенерації іонітів в протivotоці;
- істотно більшу кількість іоніту в одному корпусі, що дозволяє або збільшити тривалість фільтроциклу, або застосовувати фільтри менших розмірів, або при великій продуктивності скоротити кількість фільтрів.

Як недолік наголошується на тому, що шар іоніту дуже чутливий до зміни витрати оброблюваної води і перерив в роботі, необхідно регулярно проводити промивання для розпушування, щоб уникнути попадання подрібненої смоли або механічних забруднень в фільтрат.

Переглянувши усі переваги та недоліки представлених іонних методів можна зробити висновок, що вони не є досконалими та потребують подальших досліджень.

ІНТЕНСИФІКАЦІЯ ПРОЦЕСУ ВВЕДЕННЯ ОЗОНО - ПОВІТРЯНОЇ СУМІШІ В КОНТАКТНУ КАМЕРУ ПРИ ЗНЕЗАРАЖЕННІ

Нікуліна А.Ю.

Науковий керівник – Дегтяр М.В., канд. техн. наук, доцент

При підготовці води питної якості життєво важливо її знезараження і здійснення контролю популяції вірусів. У зв'язку з тим, що продуктивність джерел питної води, як правило, обмежена, а самі джерела забруднені, існує необхідність застосування ефективних систем очищення. Класичною технологією знезараження на даний момент є хлорування, яке має ряд загально відомих недоліків. Альтернативним способом знезараження води є озонування.

Озон є одним з окисників, який безпосередньо впливає на домішки і забруднюючі речовини, кольоровість, джерела запахів і популяцію мікроорганізмів.

На відміну від інших окиснювачів, озон в процесі реакцій розкладається на молекулярний та атомарний кисень і граничні оксиди. Всі

ці продукти не призводять до утворення канцерогенних речовин як, наприклад, при окисленні хлором або фтором.

Класична технологічна схема озонування складається з двох основних блоків – отримання озону і власне знезараження води.

При знезараженні озон вводять у воду різними способами:

- барботуванням;
- змішуванням води з озоно - повітряною сумішшю в ежекторах або в спеціальних роторних механічних змішувачах;
- змішуванням води з озоно - повітряною сумішшю інжекцією.

Розглянемо ці методи більш докладно.

Барботування – це спосіб пропускання газу крізь шар рідини за допомогою трубок, підведених до дна резервуара.

Ежекування – процес змішування двох середовищ, (озоно- повітряна суміш і вода), в якому одне середовище знаходиться під тиском та впливає на інше (вода, що озонується) тобто це озонування води в потоці води.

Інжекція – це введення і розпорошення через форсунку (інжектор) розчинів озоно- повітряної суміші насосами під тиском.

Вибір способу залежить від багатьох факторів: складу і обсягів води, дози озону, швидкості взаємодії озону з домішками та ін. Вибір типу контактного апарату визначається витратами води, що знезаражується і озоно - повітряної суміші, достатнім періодом контакту води з озоном і швидкістю хімічних реакцій.

Аналіз ефективності запропонованих методів введення озону при знезараженні, дозволив зробити вибір на користь змішуванням води з озоно - повітряною сумішшю інжекцією.

Для здійснення процесу інжекції озоно - повітряної суміші в воду прийнята наступна комплектація: контактна камера, компресійне обладнання, обладнання для очищення і осушення повітря, озонатор і деструктор озону. Для покращення органолептичних показників очищеної води пропонується доукомплектація контактної камери активованим вугіллям.

Вихідна озоно - повітряна суміш всмоктується в контактну ємність через штуцер із озонатора за рахунок розрідження, що створюється інжекційними елементами, утвореними насадками і опускними трубами, встановленими відповідно в трубних решітках і у верхній частині апарату. Зазначені інжекційні елементи обслуговуються насосом, що перекачує рідину з контактної ємності. Для підтримки певного рівня рідини подача насоса повинна дорівнювати подачі вихідної рідини в контактну ємність, що здійснюється за допомогою регулятора витрати.

Після розчинення озону в воді необхідно забезпечити достатній час його контакту з водою для здійснення хімічних реакцій окислення і видалення з води надмірної кількості озону. Для цього застосовується контактний-фільтрувальний апарат, в якому вода спрямовується на вугільний фільтр для каталітичного окислення продуктів взаємодії озону з органічними сполуками і подальшим їх вилученням, а також деструкцію озону в передбаченому деструкторі.

Простий і економічний спосіб такого змішування заснований на дифузії найдрібніших бульбашок озону - повітряної суміші безпосередньо в самій товщі води, таким чином, необхідний максимальний розвиток поверхні контакту води і озону – повітряної суміші. В результаті перемішування озону в інжекторі останній «розсипається» на дрібні бульбашки, завдяки чому збільшується швидкість розчинення озону в воді.

Отже, ефективність, широкий діапазон використання озону, можливість повної автоматизації очисних станцій, безперервне вдосконалення озонових генераторів і пов'язане з ним зниження енерговитрат на синтез озону, дозволить поставити метод озонування в ряд найбільш перспективних методів в технології знезараження води.

ІНТЕНСИФІКАЦІЯ РОБОТИ КОНТАКТНИХ ОСВІТЛЮВАЧІВ ПРИ ПІДГОТОВЦІ ПИТНОЇ ВОДИ

Півненко Д.Ю.

Науковий керівник – Душкін С.С., докт. техн. наук, професор

Прояснення води відноситься до одних з найвідоміших і ефективних способів видалення з води зважених і колоїдних речовин.

Можна виділити наступні методи інтенсифікації процесу прояснення:

а) фільтрування в напрямку спадання крупності зерен завантаження, а також її укрупнення з одночасним збільшенням висоти шару з метою зниження інтенсивності приросту втрат напору за рахунок розосередження забруднень в можливо більшому обсязі (найбільш вдало це реалізується в контактних освітлювачах);

б) застосування різних способів попередньої обробки води з метою збільшення щільності та міцності затриманих фільтром забруднень, більш рівномірного їх розподілу в товщі фільтруючого шару;

в) застосування для завантаження зернистих матеріалів з високою міжзерною пористістю і розвинутою питомою поверхнею.

Паралельно з впровадженням та використанням контактних освітлювачів була розпочата практика пошуку методів підвищення ефек-

тивності їх роботи. Процес контактної коагуляції може бути інтенсифікований за рахунок підвищення гідравлічної крупності коагульованих домішок при обробці води активованим розчином коагулянту. При цьому сітчаста структура гелю, що утворюється на поверхні завантаження, є більш структурованою, що дозволяє, в свою чергу, поліпшити технологічні параметри роботи контактних освітлювачів і в кінцевому підсумку – підвищити ефективність роботи контактних освітлювачів.

Умовами ефективної роботи контактних освітлювачів є дотримання встановленої швидкості фільтрування, а також своєчасна і якісна промивка та збереження завантаження в належному санітарному та технічному стані. Досвід експлуатації станцій контактного прояснення води дозволив виявити також, що одним з напрямків підвищення ефективності роботи контактних освітлювачів є зниження експлуатаційних витрат.

Іншим напрямком щодо вдосконалення методу контактного прояснення води є розробка заходів, що запобігають можливості зміщення гравійних шарів завантаження контактних освітлювачів. Відзначаються, що зміщення гравійних шарів на деяких водоочисних станціях різко погіршують показники роботи контактних освітлювачів. Тому боротьба із зсувами шарів представляла собою найважливіше завдання.

Важливою умовою ефективності роботи контактних освітлювачів є рівномірний розподіл забруднень за площею і глибиною фільтруючого завантаження, яке в основному залежить від рівномірності розподілу води, якості завантаження і технологічних параметрів завантажувальних матеріалів.

Також необхідно періодично проводити промивку та очищення вхідних камер і розподільних систем. У контактних освітлювачах основна маса забруднень накопичується в нижніх крупнозернистих шарах піску і дрібного гравію, тому при визначенні залишкових забруднень, причиною появи яких є наявність застійних зон в завантаженні при обтіканні зерен потоком промивної води і наявність капілярно утримуваної вологи, відбір проб завантаження в контактних освітлювачах необхідно провести не тільки з поверхні фільтруючого завантаження, але і по всій глибині, особливо в нижніх шарах.

Одним з методів підвищення ефективності роботи контактних освітлювачів є застосування нових і модифікованих фільтруючих зернистих завантажувальних матеріалів.

Аналіз літературних даних показує, що зниження екологічної безпеки систем питного водопостачання обумовлюється зменшенням запасу води і погіршенням якості природних вод в джерелі. Екологічні

та гігієнічні вимоги до якості питної води, а також показники фізіологічної повноцінності визначають придатність її для питних цілей.

Аналіз роботи контактних освітлювачів показує, що вони дозволяють поліпшити процеси очищення води, збільшити продуктивність очисних споруд при низькій температурі води і недостатній лужності прояснювальної води, коли процеси очищення викликають певні труднощі. Виділені основні методи інтенсифікації процесу прояснення і роботи контактних освітлювачів, які можуть забезпечити підвищення продуктивності споруд в 1,5–3,0 рази.

Аналіз існуючих методів підвищення ефективності роботи очисних споруд водопроводу показує, що досить актуальним є розробка нових, більш ефективних як по капітальним, так і по експлуатаційним витратам, методів, інтенсифікації процесу контактної коагуляції, до числа яких належить розглянутий метод модифікації кварцового завагання контактного освітлювача 10% розчином коагулянту сульфату алюмінію.

ВИКОРИСТАННЯ МЕМБРАННИХ БІОРЕАКТОРІВ В СХЕМАХ ОЧИСТКИ СТОКІВ М'ЯСОПЕРЕРОБНИХ ПІДПРИЄМСТВ

Серебряков Р.М.

Науковий керівник – Сорокіна К.Б., канд. техн. наук, доцент

Проведений огляд літературних джерел зарубіжних і вітчизняних авторів (більше 40 статей) показав відсутність досліджень щодо очистки стоків м'ясопереробних підприємств з використанням мембранних біореакторів (МБР).

Але наявна інформація щодо особливостей застосування та ефективності очистки стічних вод із використанням технології МБР дозволяє обґрунтувати доцільність застосування її у схемі очищення стоків підприємств м'ясопереробної промисловості, де передбачене вищевання, забій та переробка м'яса птиці, а саме індика.

Загальний вигляд мембранного модуля показаний на рис. 1.

Процес обробки стічних вод в мембранному біореакторі – це технологія, яка об'єднує три технологічні процеси: розділення активного мулу та очищеної води, фільтрування (доочистка) та часткове знезараження води (мембранна система ультрафільтрації з порожнистими волокнами з 0,04 мкм забезпечує видалення цист, фекальних бактерій та вірусів з ефектом 99,9 %).

Застосовують мембрани із фільтрацією «зовнішньо – внутрішньо», де потік води зовні мембрани поступає всередину порожнистого волокна, що означає, що зсередини – чиста вода, яка відфі-

льтрована через мембрани. Бактерії та інертні тверді частки, відділені від стічних вод, залишаються зовні мембрани, не проникають у неї і не викликають засмічення.

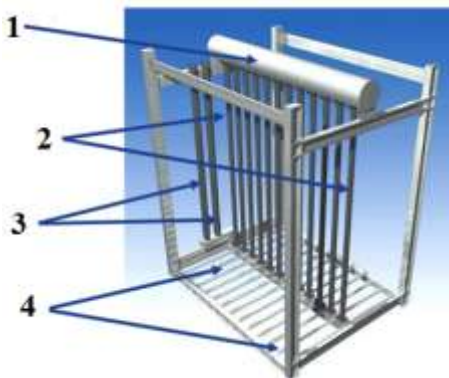


Рисунок 1 – Загальний вид мембранного модулю:

1 – центральний колектор пермеату; 2 – периферійні колектори пермеату;
3 – аераційні підвідні труби; 4 – перфоровані аераційні елементи

Ультрафільтраційні мембрани занурюють в резервуар для безпосереднього контакту з біологічним потоком активного мулу, який поступає з аеротенка.

Принцип роботи МБР також заснований на рециркуляції частини мулової суміші між аеробною та анаеробними зонами. При цьому окислення органічного субстрату, окислення та відновлення сполук азоту відбувається не послідовно, а циклічно, що дозволяє видалити сполуки азоту на 85–98 % без використання додаткового джерела органічного субстрату. Мембранний біореактор розрахований на концентрацію біомаси приблизно від 8 г/л до 10 г/л, з максимально допустимою концентрацією 12 г/л.

Надлишковий активний мул, вироблений в мембранному біореакторі, збирається для подальшого зневоднення.

Одною з переваг МБР є можливість введення в експлуатацію системи поетапно, що дозволяє скоротити початкові капітальні витрати.

Очистка мембран проходить наступним чином – потік повітря подають на дно мембранного модуля, що викликає турбулентність, яка очищає зовнішню поверхню порожнистих волокон мембран. Вода подається постійно, і при неможливості очищення зовнішньої поверхні

інтенсивність аерації короткочасно збільшується. При забрудненні мембрани проводять її хімічну чистку.

Слід виділити особливості використання МБР при очищенні стоків м'ясопереробних підприємств:

- наявність великої кількості важко окислюваних органічних речовин призводить до зниження часу фільтроциклу і збільшення частоти регенераційної промивки (релаксації). При цьому частота хімічної промивки не змінюється;

- якість пермеату після МБР стабільно висока. При збільшенні концентрації забруднень на вході спостерігається невелике зниження продуктивності мембран;

- при збільшенні дози активного мулу в біореакторі з 7 кг/м^3 до 9 кг/м^3 спостерігається уповільнення кінетики росту біомаси.

Схема очищення стоків м'ясопереробних підприємств на основі МБР має економічну привабливість порівняно із традиційними методами очистки (аеротенки, вторинні відстійники, доочищення) – більш низькі експлуатаційні витрати, менша площа споруд, менша кількість надлишкового мулу, повна автоматизація роботи тощо.

ДЕЗІНФЕКЦІЯ ВОДИ

Сидоренко Т.О.

Науковий керівник – Шевченко Т.О., канд. техн. наук, доцент

Існуючі технології водоочищення на водопровідних станціях не справляються зі зростаючим антропогенним забрудненням джерел водопостачання і, як наслідок, спостерігається погіршення якості питної води, в тому числі і за бактеріологічними показниками. До того ж, методи знезараження води, що застосовуються на водоочисних спорудах, малоефективні щодо таких небезпечних збудників, як ентеровіруси.

Води господарсько-питного призначення в Україні регламентується спеціальним документом ДержСанПіНом 2.2.4-171-1 «Вода питна, гігієнічні вимоги до якості води централізованого господарсько-питного водопостачання». Гігієнічні вимоги до якості питної води містять у собі мікробіологічні, паразитологічні показники безпеки, токсикологічні показники нешкідливості хімічного складу, органолептичні

показники, показники радіаційної безпеки, фізіологічної повноцінності мінерального складу.

Очищення води, що включає її освітлення і знебарвлення, є першим етапом в підготовці питної води. В результаті її з води видаляються завислі речовини, яйця гельмінтів і значна частина мікроорганізмів. Але частина патогенних бактерій і вірусів проникає через очисні споруди і міститься в фільтрованої воді. Для створення надійного і керованого бар'єру на шляху можливої передачі через воду кишкових інфекцій та інших не менш небезпечних хвороб застосовується її знезараження, тобто знищення живих і вірулентних патогенних мікроорганізмів – бактерій і вірусів.

У практиці комунального водопостачання використовують реагентні (хлорування, озонування, вплив препаратами срібла), безреагентні (ультрафіолетові промені, вплив імпульсними електричними розрядами, гамма-променями тощо) і комбіновані методи знезараження води. У першому випадку належний ефект досягається внесенням в воду біологічно активних хімічних сполук. Безреагентні методи знезараження увазі обробку води фізичними впливами. А в комбінованих методах використовуються одночасно хімічний і фізичний вплив.

У разі вибору методу знезараження слід враховувати небезпеку для здоров'я людини залишкових кількостей біологічно активних речовин, які застосовуються для знезараження або утворюються в процесі знезараження, можливість зміни фізико-хімічних властивостей води (наприклад, утворення вільних радикалів).

Серед хімічних методів знезараження найбільш поширеним в даний час є технологія хлорування. Широке впровадження цієї технології обумовлене, перш за все, її відносною простотою і невеликими експлуатаційними витратами. Негативною властивістю хлорування є утворення таких небезпечних хлорорганічних поєднань як тригалогенметани, хлорфеноли, хлораміни, а також різні діоксиди, що утворюються при взаємодії хлорованої води з забрудненнями у природних водах.

Одним з найбільш ефективних і дієвих методів знезараження, який приводить до дезінфекції стічних вод та не сприяє утворенню в знезараженій воді небезпечних токсичних з'єднань, виявився метод знезараження води за допомогою її ультрафіолетового опромінення. УФ випромінювання є згубним для більшості присутніх у воді мікроорганізмів. Особливо небезпечними УФ випромінювання діє на бактерії і віруси, які збуджують такі небезпечні захворювання, як дизентерія, холера, тиф, туберкульоз, вірусний гепатит, поліомієліт та інші.

УФ опромінення, на відміну від хімічних методів знезараження (хлорування і озонування) не змінює хімічний склад води і не надає шкідливої дії на довкілля, що повною мірою забезпечує збереження флори і фауни водоймищ, в які скидаються очищені і знешкоджені стічні води. Особливо актуальним стає вживання комбінованих методів знезараження, які засновані на спільній дії ультрафіолетового опромінення і окислювачів (технологія Advanced Oxidation Process).

Вживання комбінованих методів знезараження дозволяє не лише забезпечити високу ефективність знищення бактерій, що знаходяться в стічній воді, і вірусів, але і виключити її забруднення токсичними поєднаннями. Технологія знезараження води УФ випромінюванням є найбільш простою як в реалізації, так і при обслуговуванні УФ устаткування. Крім того вживання УФ опромінення для знезараження зливових, господарських і побутових стічних вод, що скидаються у відкриті водоймища, річки і море в повній мірі відповідає сучасним вимогам з охорони навколишнього середовища. Експлуатація знезаражувальних УФ установок значно простіше, ніж станцій, призначених для знезараження стоків хлоруванням або озонуванням, і не зв'язана із застосуванням високотоксичних отруйних речовин, які негативно впливають на здоров'ї обслуговуючого персоналу.

ФТОРУВАННЯ І ЗНЕФТОРЕННЯ ВОДИ

Степовий Ю.О.

Науковий керівник – Шевченко Т.О., канд. техн. наук, доцент

Фторування води – це контрольоване додавання фтору у водопровідну воду для запобігання карієсу. Оброблена вода містить фтор в кількості, достатній для запобігання розвитку порожнин розпаду в зубах. Коли фтору, що надходить в організм природним шляхом, виявляється мало, його дефіцит поповнюється з фторованої води.

Сьогодні багато вчених з усього світу розділилися на два великих табори. Одні вважають, що воду необхідно фторувати до заданої концентрації (за ДержСанПіН 0,7–1,5 мг/л), так як зменшується кількість випадків захворювання карієсом зубів, поліпшується формування кісткового скелета у дітей, знижується кількість випадків захворювання остеопорозом. А інші вважають, що фтор, який надходить з продуктів харчування (капуста, м'ясо, морепродукти, петрушка, чай тощо), з фторованих зубних паст і еліксирів, таблеток, жувальних гумок може виявитися надмірним і стати причиною серйозних захворювань.

Суперечка з фторування води виникла через політичні, моральні, етичні, економічні, безпекові аспекти щодо фторування централізова-

ного водопостачання. Агенції з охорони здоров'я в різних країнах прийшли до консенсусу, що фторування води у відповідних дозах є безпечним і ефективним засобом для запобігання карієсу. В різних країнах підхід до профілактики карієсу є змішаними; деякі держави вважають що фторування води є найбільш ефективний спосіб, у той час як інші не бачать особливих переваг.

Противники фторування стверджують, що фторування води не допомагає, або слабо допомагає у профілактиці карієсу, може викликати серйозні проблеми зі здоров'ям, не є досить ефективним, щоб виправдати витрати, фармакологічно застаріле.

Крім того, фторування питної води має негативний екологічний вплив на об'єкти довкілля, тому що основна кількість внесених в процесі водопідготовки фторвмісних реагентів зі стоками потрапляє в природні водойми, а даних по довгостроковій дії підвищених кількостей фтору на флору і фауну поки недостатньо.

Для фторування застосовують такі реагенти:

- фторид натрію і кальцію;
- кремнефториди натрію, амонію, магнію;
- фтористоводнева і кремнійфториста кислоти;
- фторсульфат алюмінію;
- кремнефториди натрію і амонію;
- кремнефтористоводнева кислота.

Доза реагенту розраховується за такою формулою:

$$D_{\phi} = \frac{10^4 \cdot (T_{\phi} \cdot A_{\phi} - \Phi)}{K_{\phi} \cdot C_{\phi}}, \quad (1)$$

де: T_{ϕ} – коефіцієнт, що дорівнює при введенні фтору після очисних споруд 1, перед фільтрами – 1,1;

A_{ϕ} – вміст фтору в обробленій воді, мг/л (0,7-1,5 мг/л);

Φ – оптимальна концентрація фтору у воді для зимового періоду – 1, для літнього – 0,8;

K_{ϕ} – вміст фтору в чистому реагенті;

C_{ϕ} – вміст чистого реагенту в технічному продукті, %.

Найпоширеніші фтораторні установки це:

- установка сатураторного типу;
- установка з розчинними баками;
- установка з затворно-розчинними баками;
- установка з використанням кремнефторводневої кислоти.

Дозувати фтор потрібно з високою точністю (допустима похибка 5%). Якщо концентрація буде більше, то це призведе до надмірного вмісту фтору.

Надлишок фтору викликає такі захворювання:

- флюороз зубів і скелета;
- карієс;
- затримка росту;
- порушення роботи щитовидної залози і нирок.

Для знефторення застосовують такі методи:

- метод фільтрації (застосовують, якщо вміст суспензії у воді не більше 8 мг/л і кількість солей до 1000 мг/л);
- метод осадження (застосовують при обробці вод, коли крім знефторення потрібно ще освітлення і знебарвлення);
 - сорбція фтору осадом гідроксиду магнію;
 - сорбція фтору осадом гідроксиду алюмінію;
 - дефторування за допомогою трікальційфосфату.

Методи знефторення дуже дорогі, тому, якщо є можливість, то потрібно вибрати інше джерело водопостачання.

ВИКОРИСТАННЯ ТОНКОШАРОВИХ МОДУЛІВ У ГОРИЗОНТАЛЬНИХ ВІДСТІЙНИКАХ

Чумаченко В.К.

Науковий керівник – Душкін С.С., д-р техн. наук, професор

Роздільна здатність тонкошарових відстійників, особливо при виділенні тонкодисперсних домішок, у багато разів вище розділової здатності горизонтальних, вертикальних і радіальних відстійників. Габарити тонкошарових відстійників в порівнянні з іншими типами осадкових басейнів значно менше і обчислюються декількома метрами, що дозволяє розміщувати їх в закритих приміщеннях. Це в свою чергу підвищує ефект відстоювання, так як осадження суспензії протікають при більш високих і стабільних температурах.

Можна виділити два основних напрямки в області вдосконалення конструкцій відстійників: підвищення стійкості потоку і відстоювання в тонкому шарі. Перший напрям пов'язаний з вдосконаленням традиційних конструкцій осадкових басейнів (постачання їх пристроями для відводу з поверхні освітленої води, рівномірного скидання осаду, установкою проміжних дірчастих перегородок). Така модернізація дозволить незначно (до 1,5 рази) підвищити продуктивність відстійників. Другий напрямок - створення принципово нової конструкції тонкошарових відстійників.

Простота виконання тонкошарових відстійників, недефіцитним матеріалів, що йдуть на виготовлення розділових полиць, і відсутність комплектуючого обладнання роблять їх конкурентоспроможними з

апаратами, що працюють на принципі відцентрового ефекту центрифугами, сепараторами і гідроциклонами. Ці переваги дозволяють виготовляти їх на будь-якому підприємстві, а їх транспортабельність надає їм індустріальну категорію.

Для інтенсифікації роботи існуючих відстійників пропонується додатково в них встановлювати тонкошарові модулі. Метод тонкошарового відстоювання практично виключає вплив щільнісних і конвекційних потоків і тим самим виключає винесення зкоагульованих суспензій. Гідравлічне навантаження таких пристроїв в 5 разів вище, ніж у звичайних відстійників, тому можна не боятися високих швидкостей руху води. На практиці тонкошарові модулі використовуються для підвищення ефективності процесів утворення пластівців і осадження дрібнодисперсних суспензій (в середньому ефект очищення підвищується на 30–50 %). Працюють протягом 15-18 років на станціях водоочищення продуктивністю від 100 до 400 тис. м³/доб.

Реконструкція діючих відстійників зводиться до зміни їх конструктивного оформлення, внаслідок чого може бути або підвищена продуктивність споруд при незмінних якісних показниках освітленої води, або підвищено якість води при тій же продуктивності. Тому в кожному конкретному випадку задаються певними вихідними показниками. Наприклад, підвищення продуктивності пов'язане зі збільшенням осадової частини споруди, а підвищення якості - зі збільшенням довжини зони відстоювання.

Практика експлуатації тонкошарових відстійників показує, що вони дуже чутливі до різких змін навантажень, оскільки обсяг осадової частини в них зовсім незначний. Тому необхідно, особливо при очищенні невеликих обсягів води, передбачати влаштування регулюючої ємності і автоматично гідравлічний роздільник. При реконструкції існуючих горизонтальних відстійників тонкошаровими за рахунок звільненого обсягу можна використовувати цей обсяг під регулюючого ємність, а також під ємність для зберігання розчину реагенту, камеру реакції і розміщення фільтрів (робочого або резервного відсіків).

Передбачувану навантаження на спорудження уточнюють після установки тонкошарових модулів шляхом визначення фактичної площі та висоти, можливих для установки тонкошарових елементів, опорних конструкцій, технологічне трубопроводів.

При виборі тонкошарових відстійників слід враховувати їх конструктивні і технологічні особливості, а саме:

- конструкції тонкошарових блоків;
- режим роботи відстійників;
- нахил блоків і напрямок руху води.

При виборі форм елементів і їх розрахунку слід, перш за все, враховувати можливості виробництва монтажних робіт, наявність матеріалів для виготовлення тонкошарових модулів.

Використання тонкошарових модулів при реконструкції горизонтальних відстійників з метою збільшення продуктивності очисних споруд в порівнянні з іншими можливими способами є найбільш економічно обґрунтованим і доцільним, адже не потрібно будівництво нових споруд, модулі встановлюються в існуючі відстійники.

Застосування тонкошарових модулів дозволить в найкоротші терміни і порівняно невеликими витратами виконати поставлені завдання з мінімальними капіталовкладеннями.

ОЧИСТКА ВОДИ ДЛЯ ПИТНИХ ЦІЛЕЙ ВІД ЗАЛІЗА І МАРГАНЦЮ

Ярмола Г.Р.

Науковий керівник – Благодарна Г.І., канд. техн. наук, доцент

Часто водопостачання населених місць і промислових об'єктів здійснюється підземною водою зі свердловин. Зважаючи на особливості порід, що залягають поблизу водоносних горизонтів і особливостей формування підземних вод в водах, що забираються з більшості свердловин, виявляється марганець в концентраціях, що перевищують допустиму. У деяких свердловинах також має місце перевищення допустимого рівня вмісту заліза. Незважаючи на те, що як для заліза, так і для марганцю лімітуючою ознакою шкідливості є органолептичний показник, тобто надання воді забарвлення і неприємних смакових якостей, присутність цих іонів у воді є небезпечним для здоров'я людей, що використовують цю воду для питних потреб.

З'єднання марганцю є токсичними сполуками, що відносяться до III класу небезпеки. Основні клінічні прояви інтоксикації марганцем - порушення діяльності центральної нервової системи, ураження печінки, алергічні прояви. У ряді випадків спостерігається порушення діяльності серцево-судинної системи. Часто вже на ранніх стадіях під дією марганцю з'являються зміни в складі крові і в функціональному стані щитовидної залози, а також порушення обміну вітамінів. Марганець, що надходить з питною водою, може накопичуватися в клітинах організму і змінити каталітичні, енергетичні та обмінні процеси в них. Як правило, отруєння марганцем розвивається в результаті постійного впливу, до яких можна віднести, систематичне вживання питної води.

Постійне надходження заліза в організм також може викликати загальнотоксичні прояви. Зазвичай вони пов'язані з впливом на легені і судинну систему.

Поряд з токсичною дією зазначених металів, при використанні води з їх підвищеним вмістом в побуті спостерігається погіршення якості білизни після прання, поява нальотів на посуді, сантехнічних приладах і т.д. Присутність марганцю в концентраціях більше 0,15 мг/дм³ надає воді металевий присмак.

Присутність у воді заліза і марганцю викликає також проблеми при експлуатації систем водопостачання. На трубопроводах і арматурі виникають відкладення, викликані як механічними відкладеннями оксидів цих елементів на поверхні, так і розвитком специфічних мікроорганізмів, що викликають поряд з погіршенням споживчих якостей води збільшення гідравлічного опору мереж. В результаті зменшення пропускного перетину, збільшується витрата електроенергії на подачу необхідної кількості води і подорожчання експлуатації системи водопостачання, в тому числі і внаслідок необхідності регулярного видалення відкладень в мережах.

Якщо залізо входить до складу складних органічних комплексів, технологія знезалізнення повинна бути доповнена використанням реагентів (хлор, озон, коагулянти, вапно). Тому видалення з питної води марганцю і заліза є важливою проблемою.

Існуючі методи очищення води від марганцю і заліза засновані на окисленні цих сполук з утворенням нерозчинних продуктів, які далі відокремлюються фільтруванням. Якщо окислення заліза не вимагає особливих умов і може здійснюватися киснем повітря, то окислення марганцю вимагає застосування сильних окислювачів і суворого дотримання певних параметрів процесу.

До перспективних методів очищення можна віднести застосування окислювальних методів, які можуть бути використані і дати необхідний результат. В першу чергу до них рекомендовано віднести обробку води перманганатом калію, озоном, гіпохлоритом натрію спільно з перманганатом калію. Видалення з води марганцю зазначеними методами до нормативних концентрацій забезпечує також і одночасне зниження концентрації заліза до рівня ПДС.

При виборі оптимального варіанту, крім основних техніко-економічних показників, слід також враховувати надійність роботи системи, санітарно-гігієнічні показники, терміни будівництва, умови праці обслуговуючого персоналу та ін.

БЕЗГЛЮТЕНОВОЇ ПРОДУКЦІЇ

СклярOVA Л.О

*Наукові керівники – Стольберг Ф.В., д-р техн. наук, професор,
Чернікова О.Ю., ст. викладач*

Проблеми здоров'я розглядаються як індикатор переходу суспільства до сталого розвитку, здоров'я аналізується як комплексний критерій оцінки якості природного середовища і як соціальна цінність. Саме тому слід приділяти особливу увагу продукції харчування, що може бути безпечна або небезпечна для здоров'я людей, що мають проблеми зі здоров'ям. Високу актуальність набуває проблема коректного маркування продукції, що вміщує генетично-модифіковані організми (ГМО). Технології генної модифікації широко застосовуються в сільському господарстві. Рослини з генетичними модифікаціями зазвичай мають підвищену врожайність і стійкі до шкідників, тож отримали широке розповсюдження.

На сьогоднішній день все більш актуальною стає проблема впливу продуктів, що містять глютен, на організм людини. Глютен (клейковина) - це клейкий по своїй суті білок, який, власне, "склеює" хліб і змушує його підніматися. Раніше в цьому білку було 14 хромосом, і він не був таким потужним провокатором запальних процесів і целіакії. Але сучасна версія пшениці має іншу структуру, 28 хромосом і ціла палітра різних глютенів білків, включаючи і ті, які провокують розвиток целіакії (непереносимість глютену) з найбільшою ймовірністю. Виходячи з цього, можна зробити висновок, що в усьому винна генетично модифікована пшениця.

Фахівцями Загальнонаціональної Асоціації генетичної безпеки (ЗАГБ) були проведені дослідження по вивченню впливу корму, що містить компоненти генетично-модифікованих організмів (ГМО), на біологічні та фізіологічні показники ссавців. Результати дослідження, проведеного ОАГБ спільно з Інститутом проблем екології та еволюції ім. А.Н. Северцова РАН в період 2008-2010 років, свідчать про значний негативний вплив кормів, що містять ГМО, на репродуктивні функції і здоров'я лабораторних тварин.

У зв'язку з наявними даними досліджень, ми можемо пов'язати збільшення кількості людей з вираженою чутливістю і непереносимістю глютену зі споживанням продукції, що вироблена з генетично модифікованої пшениці.

Згідно з даними громадських організацій, якщо у європейських країнах на переносимість глютену обстежені 50-60% населення, то в Україні, згідно проведених соціологічних досліджень, не більше 0,01%

населення знає, що має непереносимість глютену. Більшість людей в Україні не знають про те, що у них непереносимість глютену до тих пір, поки не зіткнуться з серйозними порушеннями в організмі та не будуть змушені споживати спеціалізовану продукцію.

Великою проблемою є недостатня кількість виробників, які готові співпрацювати із переробниками та надавати якісну та безпечну для переробки продукцію. Продукції, що має безглютеновий статус, виробляють замало та багато підробляють в усьому світі. В Україні ситуація із виробництвом безглютенових продуктів іще гірша. Із понад 200 виробників безглютенової продукції легального статусу та ліцензійного продукту зараз не має жодне українське виробництво.

Крім того, суттєвого покарання за маркування як «безглютенова продукція» продуктів, що не мають відповідного статусу, не існує.

Проблема, з якою найчастіше стикаються виробники безглютенових продуктів це відсутність якісної сировини на ринку. Для того, аби виробити безпечний для здоров'я людини продукт, переробник має отримувати безпечні вхідні інгредієнти. Виробник має гарантувати переробникові повну простежуваність товару від поля до споживача, у відповідності до вимог системи GlobalGAP. На плечі виробника лягає також лабораторний моніторинг своєї сировинної продукції. За стандартом, він має надати переробнику інформацію, що конкретна партія, дійсно, не містить глютенісних домішок.

На практиці, для фермера це означає обов'язкову просторову ізоляцію полів із безглютеновою продукцією (від 15 км) і відповідне транспортування і пакування (за потреби) після збору. Також збіжжя для виробництва безглютенових продуктів не має транспортуватись одним і тим же транспортом із глютенісними інгредієнтами.

Високоякісна переробка теж має свої особливості - потрібно вибудовувати повністю ізольовані технологічні процеси і обов'язково впроваджувати на виробництві міжнародні стандарти харчової безпеки (НАССР, ISO22000, FSSC 22000, BRC).

Враховуючи наведені аспекти, було запропоновано проект з екологічного маркетингу безглютенової продукції. Так як зараз знайти безглютенову продукцію на полицях магазинів досить проблематично, нами було запропоновано створити «Безглютенові стенди» в магазинах і супермаркетах. Суть цих стендів полягає в тому, що на них знаходиться виключно продукція, в якій не міститься глютен, та яка буде відповідним чином промаркована. Це допоможе покупцям з проблемою непереносимості і чутливості до глютену, бути впевненими в тому, що вони купують безпечний для себе продукт.

ДОСЛІДЖЕННЯ ОСОБЛИВОСТЕЙ ПОВОДЖЕННЯ З ТПВ В СІЛЬСЬКИХ НАСЕЛЕНИХ ПУНКТАХ ХАРКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Буланова А.А.

Науковий керівник – Хандогіна О.В., ст. викладач

Робота присвячена проблемі поводження з побутовими відходами у сільських населених пунктах України. Дослідження проводились у Безруківській сільській раді Дергачівського району Харківської області.

Поводження з побутовими відходами є однією з найбільш гострих проблем для будь-якого населеного пункту України. Підвищення рівня життя громадян, поява нових товарів, рекламна політика багатьох компаній призводить до збільшення споживання товарів, що в свою чергу викликає зростання кількості твердих побутових відходів, а також різних відходів виробничої діяльності, тому своєчасний вивіз відходів і належне поводження з ними набувають в наші дні першорядне значення.

Аналіз стану сфери поводження з побутовими відходами в сільській місцевості, проведений на прикладі Безруківської сільради, виявив низку проблем, що потребують нагального рішення. Серед основних можна назвати наступні:

- відсутність уповноваженої особи або відділу, що займається питаннями екології та санітарної очистки на території сільради.
- відсутність кваліфікованих кадрів в даній сфері.
- брак фінансування сфери поводження з відходами, необґрунтовані тарифи
- відсутність роздільного збору відходів, в тому числі роздільного збору небезпечних компонентів, що суперечить нормам чинного законодавства
- некоректний графік вивозу ТПВ (частота вивозу відходів з території сільської ради не відповідає санітарним вимогам)
- низька екологічна свідомість населення, що призводить до спалювання відходів, появи звалищ,
- низький рівень охоплення населення послугами з вивезення відходів,
- недостатність технічних засобів для організації належної системи поводження з відходами, незадовільний стан інфраструктури, відсутність пунктів збирання тощо,
- відсутність планування та прогнозування розвитку системи поводження з відходами

- низький рівень участі населення, небажання населення укласти договір на вивезення відходів, сплачувати послуги тощо.
- низький рівень моніторингу та контролю за дотриманням вимог.

Проведене анкетування мешканців Дергачівського району свідчить про готовність населення до впровадження сучасних методів поводження з відходами (наприклад, роздільне збирання), необхідність проведення роз'яснювальної роботи, розвиток інфраструктури для збирання відходів.

Наявність несанкціонованих звалищ показує недосконалість системи управління з відходами на досліджуваній території, призводить до погіршення екологічної ситуації на місцевому рівні, може бути причиною зростання захворюваності населення та погіршення якості води в річках та колодязях (які можуть використовуватися для питного водопостачання в сільській місцевості). Тому для вирішення проблеми необхідно комплексні зусилля, спрямовані на організацію повного збору ТПВ від населення.

Розрахунки кількості ресурсоцінних компонентів та необхідних для запровадження системи роздільного збирання контейнерів дозволили запропонувати схему роздільного збирання відходів та місця розташування контейнерних майданчиків.

Першочерговими заходами на території Безруківської сільради, на нашу думку, повинні стати наступні дії:

1. Ліквідація несанкціонованих звалищ на території Безруківської сільради
2. Забезпечення населення якісними послугами з вивезення ТПВ
3. Запровадження системи роздільного збирання відходів
4. Об'єднання сусідніх адміністративно-територіальних одиниць для вирішення спільних проблем з відходами (наприклад, транспортування).
5. Проведення виховної та просвітницької роботи з населенням (в т.ч. у школах, через соціальні мережі тощо)
6. Залучення населення до екологічної проблеми: плакатами, стендами, громадськими зборами з місцевими депутатами округів.

ОЦІНКА ПОТЕНЦІАЛУ ВИКОРИСТАННЯ ДЖЕРЕЛЬНИХ ВОД В ХАРКІВСЬКІЙ ОБЛАСТІ ДЛЯ ПИТНОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ

Мохонько А.М.

Науковий керівник – Дядін Д.В., ст. викладач

Проблема забезпечення якості питної води в міській та сільській місцевості на території Харківської області та України в цілому є одним із найактуальніших питань у сфері охорони довкілля. Водні ресурси області представлені розгалуженою мережею поверхневих вод і значними запасами підземних вод, але водні об'єкти зазнають інтенсивного техногенного навантаження через забруднення від промислової та сільськогосподарської діяльності. Значний внесок у дану проблему додає незадовільний технічний стан водопровідних мереж, застарілі технології очистки питної води для централізованого водопостачання та недотримання норм водовідведення у сільській місцевості.

Мета роботи - оцінка можливості використання джерельних вод Харківської області для питного водопостачання, виходячи з їх кількісних та якісних характеристик.

Порівняно з іншими джерелами водопостачання, джерельні води, які є природним виходом підземних вод на поверхню землі, є одним із найцінніших ресурсів, завдяки своїй захищеності від забруднення, самопливності та відсутності витрат на видобування води. Гідрогеологічні та геоморфологічні умови Харківської області є сприятливими для формування численних джерел у долинах річок, які активно використовуються населенням для децентралізованого питного водопостачання.

Було оцінено, що кількість виходів підземних вод на поверхню в області (без м. Харкова) може досягати 2600, а їх загальний дебіт може досягати 8,4 м³/с. Забезпеченість жителів Харківської області джерельною водою в середньому становить 4,6 л/добу для жителів м.Харкова, а для решти населених пунктів області, ймовірно, може сягати 523,8 л/добу на людину. Зрозуміло, що різниця в зазначених величинах обумовлена більш високою щільністю проживання в межах обласного центру. Таким чином, остання величина підтверджує перспективність використання джерельних вод в Харківській області як можливого джерела питного водопостачання.

Наше дослідження включало обстеження 52 джерел у Харківській області, розташованих у 8 адміністративних районах та м.Харкові (табл.1).

Таблиця 1 – Перелік досліджених джерел

Район	Кількість досліджених джерел	Сумарний дебіт досліджених джерел, л/сек	Кількість водоспоживачів, яку може забезпечити джерело, тис. осіб ¹
м. Харків	2	3,4	97,92
Балаклійський	4	7,55	217,44
Барвенківський	3	1,06	30,53
Близнюківський	5	1,45	41,76
Зміївський	7	5,29	152,35
Ізюмський			
обладнаний стік	9	3,3	95,04
необладнаний стік	1	120	3456,0
Первомайський	6	1,85	53,28
Харківський	10	3,7	106,56
Чугувський	5	1,36	39,17
<i>Всього</i>	<i>52</i>	<i>29 (149)²</i>	<i>834 (4290)²</i>

¹ із розрахунку 3 л води на особи на добу для питних цілей

² у дужках наведено значення з урахуванням необладнаного стоку із джерела Студенок (Ізюмський район)

На прикладі 52 джерел, досліджених у різних районах Харківської області, визначено, що існують певні просторові закономірності у хімічному складі води. У південних районах області переважає сульфатний і натрієвий склад джерельних вод, натомість у північних – гідрокарбонатний кальцієвий. Перевищення ГДК для питних вод зустрічаються в окремих джерелах для нітратів, сульфатів, сухого залишку, загальної жорсткості, але ступінь та частота цих перевишень дозволяють вважати джерельні води у більшості придатними для питного водопостачання, хоча і з постійним контролем якості води. У кількісному відношенні досліджені джерела здатні забезпечити водою для виключно питних потреб близько 30 % населення області, за умов дотримання задовільної якості води.

Проведені дослідження показали, що потенціал використання джерельних вод для забезпечення питною водою населення Харківської області, існує. Продовження цих досліджень є особливо актуальним для сільської місцевості, де відсутнє централізоване водопостачання та є потреба у вільному доступі до питної води достатньої якості.

ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ БУДІВЕЛЬ

Репрінцева А.В.

Науковий керівник –Чернікова О.Ю., ст. викладач

Мета роботи полягає в дослідженні екологічного впливу технологій підвищення енергоефективності житлових та громадських будівель. В даний момент велика увага приділяється підвищенню енергоефективності. В Україні це питання загострилося у зв'язку з обмеженістю власних ресурсів і зростанням цін на енергоносії. Досягнення державою енергетичної незалежності можливо лише шляхом підвищення енергоефективності економіки, переходу до використання альтернативних джерел енергії.

Найбільшим споживачем енергетичних ресурсів є житловий сектор, а саме підприємства, спрямовані на забезпечення житлового сектора опаленням, гарячою водою, електроенергією, послугами водопостачання та водовідведення.

Енергоефективний будинок - це будинок, який не тільки не залежить від зовнішніх комунікацій, але, в принципі, може і сам служити джерелом енергії. Це стає можливим завдяки раціональному використанню джерел тепла і енергії самого будинку і навколишнього середовища.

Енергоефективні будинки повинні відповідати наступним вимогам:

- «Оболонка» будівлі має бути з підвищеною теплоізоляцією, коефіцієнт теплопередачі $U < 0,15 \text{ Вт} / (\text{м}^2\text{К})$.
- Запобігання появі «містків холоду».
- Компактна форма будівельної споруди.
- Пасивне використання сонячної енергії завдяки орієнтуванню будівлі на південь і відсутності затінення.
- Збільшені склопакети зі спеціальними профілями і коефіцієнтом теплопередачі вікна $U_W < 0,8 \text{ Вт} / (\text{м}^2\text{К})$; коефіцієнтом енергопроникності $g\text{-Wert}$ близько 50%.
- Герметичність будівлі на рівні $n_{50} < 0,6 / \text{ч}$.
- Контрольована вентиляція з рекуперацією тепла з відпрацьованого повітря, рівень повернення тепла $> 75\%$.

Енергоефективні технології сприяють не тільки раціональному використанню природних ресурсів, а й дозволяють значно скоротити викиди вуглекислого газу в атмосферу та запобігти розвитку парникового ефекту. Саме скорочення обсягів викидів парникових газів в атмосферне повітря в еквіваленті CO_2 вважаються показником ефективності реалізації енергоефективних заходів.

Сучасні технології дозволяють значною мірою підвищити енергоефективність вже існуючих будинків. Насамперед це стосується комплексу заходів з термомодернізації. З 2016 року в Україні діє програма «Теплий кредит» створена з метою скорочення споживання енергоресурсів. Уряд держави за допомогою Європейського союзу надають фінансову допомогу при переході на використання енергоефективного обладнання, та підвищення теплозахисту житлових і громадських будівель.

Енергоефективні будинки дозволяють скоротити споживання тепла до 70%, що значно скорочує матеріальні витрати на оплату послуг, що надаються. Саме це стимулює населення масово здійснювати модернізацію житла.

Незважаючи на широкий вибір матеріалів для підвищення теплозахисту, більшість з представлених матеріалів мають негативний вплив як на навколишнє середовище під час виробництва та утилізації, так і на здоров'я людини під час монтажу та експлуатації.

Основним матеріалом для утеплення свого житла населення вибирає різні види пінопласту, крім того, що під час виробництва надходять забруднюючі речовини, кожен матеріал має свій період розпаду, в цей період виділяються речовини мають канцерогенні властивості такі як бензол, стирол, формальдегід. Саме тому не можна використовувати дані матеріали при утепленні приміщень зсередини. Разом з цим даний матеріал легко займистий, що створює додатковий ризик для здоров'я населення внаслідок підвищення пожежо-небезпечності будівлі в цілому.

Альтернативними і більш безпечними матеріалом для використання в підвищенні теплозахисту є мінеральна вата. Вона має короткий період експлуатації, але не спричиняє негативного впливу після монтажу на здоров'я людини та на навколишнє середовище.

Крім екологічних ефектів підвищення енергоефективності слід зазначити очевидні економічні вигоди для громадян. Повна окупність теплозахисту становить 7-10 років, в комплексі з іншими методами модернізації будівлі даний період може ще скорочуватися.

Широке використання енергоефективних будівель запропоновано Національною енергетичною стратегією, зокрема, передбачається запровадження стандартів будівництва «пасивний дім», досягнення цільових показників скорочення викидів SO_2 , NO_x та пилу згідно з Національним планом скорочення викидів та запровадження в Україні системи торгівлі викидами парникових газів

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ПОВІТРЯНИХ ПОТОКІВ НА ТЕХНІКО-ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ПОКАЗНИКИ ТА ПОЖЕЖОБЕЗПЕЧНІСТЬ ТУНЕЛІВ

Волошин В.С.

Науковий керівник – Грязнова С.А., канд. техн. наук, доцент

Одним з важливих напрямків розвитку транспортної інфраструктури сучасних країн є створення технологій та розробка заходів, направлених на економічність, комфортабельність та безпеку транспортних засобів. Внаслідок істотного збільшення потоку перевезень і відповідного підвищення інтенсивності руху транспортних засобів більш актуальною постає задача розробки моделей взаємодії транспортних засобів з повітряним середовищем та безпека на транспорті, а також впровадження їх у практику.

Дослідження впливу повітряних потоків на техніко-експлуатаційні показники роботи рухомого складу і на показники, що визначають санітарно-гігієнічні умови та пожежобезпечність тунелів.

В умовах руху поїздів в тунелях є можливість реалізувати заходи, які враховують збурення повітряних потоків в тунелі, застосування ефективних схем провітрювання тунелів і станцій по видаленню надмірного тепла, розрахунку необхідної кількості повітря для вентиляції траси з використанням поточної інформації про стан повітряного середовища в метрополітені. Рекомендації щодо раціональних геометричних параметрів тунелів і станцій метро дозволять покращити техніко-економічні показники рухомого складу, санітарно-гігієнічні умови, забезпечення пожежної безпеки рухомого складу.

Введення аварійного режиму має супроводжуватися виконанням ряду організаційно-технічних рішень:

- додатково підвищити ефективність аварійних режимів можна шляхом застосування вентиляційних перемичок, що встановлюються пожежними після виникнення пожежі;
- доцільна установка повітряних завіс, що створюються вентилятором із щільним роздавальним пристроєм;
- для попередження надходження нагрітих продуктів горіння в ескалаторні ходки на станціях глибокого закладення необхідно обладнати протидимні бар'єри входів на ескалатори і включити на витяжку найближчі до станції вентиляційні установки;
- в тих випадках, коли робота вентиляційних установок метрополітену не забезпечує стійкий спадний рух повітря по ескалаторним ходкам, для підвищення стійкості слід передбачати використання порожніх складів.

ОСНОВНІ ПІДХОДИ ДО ВИЗНАЧЕННЯ ПЕРЕЛІКУ КОНТРОЛЬОВАНИХ РАДІОНУКЛІДІВ У СБРОСАХ АТОМНИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ УКРАЇНИ

Олешко В.А.

Науковий керівник – Фесенко Г.В., канд. техн. наук, доцент

Функціонування атомних електростанцій (АЕС) України пов'язане з періодичним або систематичним скиданням продувних вод водойми-охолоджувача в водні об'єкти. Продувальні води містять радіонукліди, здатні з водою і їжею потрапляти в організм людини, викликаючи додаткове опромінення. Незважаючи на те, що дози, одержувані населенням від скидів АЕС значно менше доз від природного радіоактивного фону, вони повинні бути, зменшені до мінімального рівня. Для вирішення цього завдання використовуються методи оптимізації радіаційного контролю продувних вод, одним з ключових етапів яких є етап вибору переліку контрольованих радіонуклідів. Метою доповіді є показати підхід до вибору переліку контрольованих радіонуклідів у скидах АЕС.

Радіоактивні речовини на АЕС утворюються в результаті поділу ядер ^{233}U і ^{235}U і при активації нейтронами палива, теплоносія, сповільнювача і т.д. Незважаючи на те, що конструкція та експлуатація технологічних систем АЕС передбачають повну ізоляцію радіоактивних речовин від біосфери, в результаті ремонту, заміни обладнання та інших заходів на АЕС можливе попадання радіонуклідів у водні об'єкти. Для скидів АЕС встановлена квота ліміту дози за рахунок критичного виду водокористування, рівна 10мкЗв / рік і квота за рахунок повітряного і водного шляхів формування дози - 80мкЗв / рік. Використовуючи дані щодо скидів радіонуклідів у водойму-охолоджувач для реакторів типу ВВЕР АЕС України, можна оцінити їх відносні вклади в повну дозу для трьох вікових груп з урахуванням всіх головних шляхів формування дози при скиданні. Результати, наведені в таблиці 1, нормовані на дози, одержувані дорослими. Повна доза за рахунок всіх шляхів при скиданні для дорослих прийнята за 100%. Як впливає з наведених даних, критична група в даному випадку - група дорослих. Як показують розрахунки, основний внесок в дозу для цієї групи вносить споживання риби, а основні дозоутворюючими радіонуклідами - ізотопи цезію.

При організації оптимального радіаційного контролю за вмістом радіонуклідів у водних об'єктах під час скидів АЕС, з таблиці необхідно вибрати ті радіонукліди, чий внесок в опромінення критичної групи вище 0,1%. Крім контролю об'ємної активності обраних радіонуклідів

для оперативного контролю рекомендується вимірювати сумарну об'ємну бета-активність в контрольованих водних об'єктах. Це - усереднений інтегральний параметр, що характеризує суму майже всіх основних дозообразуючих радіонуклідів в скидах, і його стабільність протягом великого проміжку часу вказує на стабільність роботи АЕС і систем очищення скидів. У доповіді показаний підхід до вибору переліку контрольованих радіонуклідів. Розглянуто основні вклади радіонуклідів в повну дозу опромінення від скидів для немовлят, дітей і дорослих.

Таблиця 1 – Відносний внесок радіонуклідів в повну дозу, %

Радіонукліди	Немовля	Діти	Дорослі
Ag-110m	0,01	0,01	0,01
Ce-144	0,01	0,01	0,01
Co-58	0,07	0,07	0,07
Co-60	15,41	15,61	15,70
Cr-51	0,02	0,02	0,02
Cs-134	1,87	5,32	25,13
Cs-137	3,71	11,68	55,95
Fe-59	0,04	0,04	0,04
I-131	0,02	0,01	0,01
Mn-54	0,14	0,14	0,14
Nb-95	0,00	0,00	0,00
Ru-103	0,03	0,03	0,03
Ru-106	0,00	0,00	0,00
Sr-89	0,00	0,00	0,00
Sr-90	0,16	0,27	0,35
Zn-65	0,01	0,01	0,02
Zr-95	0,05	0,05	0,05
H-3	2,81	1,83	2,49
Сума, %	24,35	35,07	100,00

ЗМІСТ

РОЗРОБКА ТА ВПРОВАДЖЕННЯ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ЕЛЕКТРОТРАНСПОРТУ, ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ТА ОСВІТЛЕННЯ МІСТ, ЯКІ ПІДВИЩУЮТЬ ЇХ ЕКСПЛУАТАЦІЙНУ НАДІЙНІСТЬ

<i>Ащепков В.О.</i> Світловий екодизайн.....	4
<i>Іваха А.Б.</i> Нові технічні можливості сучасного освітлення готелів.....	4
<i>Голуб В.Б.</i> Вивчення світлорозподілу світильника типу ФБО.....	5
<i>Ємелянцев В.В.</i> Розробка LED-світильника.....	6
<i>Скалига А.Ю.</i> Методика знаходження оптимального профілю відбивача для світильника з необхідною КСС.....	7
<i>Крилов С.Ю.</i> Розрахунки профілю відбивача промислового світильника з потрібною КСС.....	9
<i>Руденко М.О.</i> Порівняння однакових модифікацій світильників з різними оптичними системами.....	10
<i>Горіздра І.В.</i> Технології світлотехнічної промисловості України. Оглядовий аналіз і висновки.....	10
<i>Єнодян О.Р.</i> Монтаж освітлювальних установок в громадських будівлях і спорудах.....	12
<i>Опришко К.М.</i> Модернізація систем освітлювальних установок в громадських будівлях і спорудах.....	14
<i>Крамської Р.В.</i> Світлодіодні фітолампи. Вплив різних частин спектра на розвиток рослин.....	15
<i>Красношапка К.І.</i> Світлове забруднення.....	15
<i>Мудраченко Н.Ю.</i> Дослідження дискомфорту при нормуванні промислового освітлення.....	16
<i>Решітник А.О.</i> Охолодження світлодіодів.....	17
<i>Мацегор А.В.</i> Проектування освітлювальної установки в середовищі програм AutoCAD і DIALux.....	18
<i>Пряко М.О.</i> Штучне освітлення	19
<i>Лукач'юв Б.В.</i> Енергоефективні технології в освітленні.....	20
<i>Кіндінова А.К.</i> Світловий образ міста.....	21
<i>Скалига А.Ю.</i> Проблеми освітлення спортивних споруд.....	22
<i>Камбаліна А.К.</i> Освітлення особливо важливих об'єктів міської інфраструктури.....	23
<i>Малік А.І.</i> Енергоактивна будівля.....	24
<i>Берчук І.В.</i> Електромагнітно сумісна перетворювальна система альтернативної електростанції з функцією безперебійного електропостачання.....	25
<i>Біленький О.С.</i> Технічні засоби підвищення безпеки при експлуатації мереж напругою 0,4 кв	26
<i>Єлісєєнков А.О.</i> Твердотільний трансформатор – розумне джерело живлення для системи розподіленої генерації електроенергії.....	26
<i>Коваль О.М., Корець Д.С.</i> Вітроенергетика – альтернатива традиційній енергетиці України.....	27
<i>Велижаніна Т.М., Косарева І.В.</i> Аналіз розвитку відновлювальної енергетики у світі та особливості її впровадження на території України.....	28
<i>Полозенцев К.О.</i> Модель дослідження несиметричного режиму електроспоживачів у чотирипровідних мережах.....	29
<i>Тетерев В.О.</i> Дослідження впливу кліматичних навантажень на провода ЛЕП.....	31

Даценкова А.С. Використання мікропроцесорних пристроїв в системах захисту та обліку електроенергії.....	32
Курдеман М.К. Вплив похибок вимірювальних трансформаторів на точність обліку електроенергії.....	34
Черкашин О.О. Застосування програмного комплексу ELCUT для дослідження електричних і теплових полів силових кабелів.....	35
Агафонова І.О. Експериментальна установка для дослідження механічних коливань проводів.....	36
Мехоношен О.О. Компенсація реактивної потужності ескалаторних двигунів метрополітену.....	38
Євсєєва Д.О. Запровадження в мережах Харкова напруги 20 кВ.....	40
Коломієць В.О., Сорокин Є.А. Розробка та дослідження регульованого електроприводу центрифуги на цукровому заводі.....	42
Агафонова І.О. Підвищення ефективності електричних мереж шляхом зниження втрат електроенергії.....	43
Гресь І.С. Зонна концепція систем блискавки захисту будівель і ліній електропередач.....	45
Кравченко А.І. Аспекти вибору перерізів проводів в розподільних електричних мережах. 6-35 кВ в сучасних умовах.....	47
Федотов А.А. До вибору режиму нейтралі електричних 20 кВ великого міста.....	49
Басараба М.С. Аналіз сучасного стану ефективності системи електропостачання міст.....	50
Сенько О.С. Переваги використання індукційного нагрівального елементу.....	51
Сметанін О.Ю., Голубенко М.В. Зменшення величини генерації сонячної станції в літку 2017 року для днів коли сонце знаходилося в зеніті.....	52
Омельченко В.Б. Утилізація електромагнітних полів за допомогою сонячної станції.....	54
Панарін Є.О. Дослідження величини зсуву фаз в трансформаторах напруги із перпендикулярною намоткою обмоток.....	55
Сенько О.С. Електромагнітна сумісність. Заходи щодо зменшення гармонік.....	56
Куцин В.О. Про реактивну потужність асинхронних двигунів при тиристорному керуванні.....	58
Курдеман М.К. Новітні конструкції силових трансформаторів.....	60
Тетерев В.О., Афоніна А.В. Реактивна потужність в мережах електропостачання.....	62
Даценкова А.С. Дослідження якості електричної енергії в мережах до 1 кВ.....	63
Щербіна М.Д. Дохід від зниження втрат електроенергії в енергопостачальній компанії при переході на напругу 20 кВ.....	65
Побережний Д.О. Енергоаудит в системах освітлення вулиць та магістралей міст.....	66
Памтура В.А. Дослідження раціональності заміни мереж 10 кВ на мережі 20 кВ.....	68
Стаценін Д.С. Визначення економічної ефективності впровадження мережі 20 кВ.....	70
Смирєньська Л.В. Дослідження експлуатаційної надійності світлодіодних ламп.....	71
Корецький А.Ю. Проблеми сонячної енергетики.....	73
Рубан О.А. Про реактивну потужність електроприводів постійного струму з тиристорними перетворювачами напруги.....	75
Капуза М.В. Використання сучасних цифрових лічильників електроенергії в складі автоматизованої системи обліку.....	77
Шутєєв І.В. Розробка програмного забезпечення для ведення архіву технологічних параметрів цифрового інвертору у складі сонячної електростанції ХНУМГ ім. О. М. Бекетова.....	79

<i>Белай В.В., Бутенко В.В.</i> Розробка лабораторного стенду тиристорного випростовувача.....	81
<i>Котлабай Д.В., Мирошниченко Я.В.</i> Шляхи підвищення ефективності роботи автоматизованої системи диспетчерського керування.....	83
<i>Станєв В.М.</i> Удосконалення пристрою діагностики системи запалювання.....	85
<i>Кулік П.М.</i> Модернізація схеми ослаблення поля тягових електродвигунів.....	87
<i>Шпигіренко А.О.</i> Підвищення експлуатаційної надійності акумуляторних батарей електромобіля.....	88
<i>Газізов В.В., Савченко А.О.</i> Вдосконалення енергопостачання власних потреб на тяговій підстанції.....	89
<i>Коник І.Г.</i> Особливості ресурсозбереження на підприємствах міського електротранспорту.....	90
<i>Леонова І.В.</i> Особливості фінансування розвитку транспортних мереж та оновлення громадського транспорту.....	91
<i>Лискобилка І.В.</i> Розробка складних електромеханічних пристроїв за допомогою програмного забезпечення.....	93
<i>Щеглова А.А.</i> Основні напрями стабілізації роботи та розвитку міськелектротранспорту.....	94
<i>Середа Н.С.</i> Вимоги до ресурсів міського електротранспорту.....	95
<i>Барінов Є.С., Турчак О.В.</i> Технічне діагностування машин і механізмів.....	97
<i>Обруч В.А.</i> Прогнозування технічного стану рухомого складу міського електричного транспорту.....	98
<i>Верхолаз К.О., Удоденко В.Ю.</i> Комп'ютеризація процесу діагностування систем і агрегатів транспортних засобів.....	99
<i>Ширококов К.К.</i> Вдосконалення системи технологічного контролю роботи низьковольтного електрообладнання вагонів метрополітену.....	101
<i>Чернявський М.О.</i> Автоматизована система контролю та діагностування акумуляторних батарей тролейбусів.....	102
<i>Усікова О.Ю.</i> Вдосконалення системи технологічного контролю роботи силового електрообладнання вагонів метрополітену.....	103
<i>Каняхіна В.Ф.</i> Вдосконалення роботи системи керування електроприводом гібридного транспортного засобу.....	104
<i>Харламов В.В.</i> Причини електротравматизму на виробництві.....	105
<i>Животов Д.О.</i> Аналіз шкідливого впливу тягових підстанцій міського електричного транспорту на безпеку життєдіяльності людини і безпеку праці.....	108
<i>Кухтик М.К.</i> Дослідження впливу транспортного шуму на організм людини та шляхи його зниження.....	109

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОБЛЕМ ІНЖЕНЕРНОЇ ЕКОЛОГІЇ УРБАНІЗОВАНИХ ТЕРИТОРІЙ. ПОЛІПШЕННЯ ЯКОСТІ ГОСПОДАРЧО-ПИТНОЇ ВОДИ ТА ВОДИ, ЩО СКИДАЄТЬСЯ У ВОДОЙМИЩА

<i>Андрєєва Л.О.</i> Використання сорбційних технологій для підвищення ефективності водоочищення від іонів заліза.....	111
<i>Беляєв В.О.</i> Використання анаеробних реакторів при очистці стоків підприємств виробництва пива.....	113
<i>Беляєва О.О.</i> Безтраншейні методи ремонту локальних ушкоджень трубопроводів.....	115
<i>Гогорьова К.О.</i> Особливості очищення стічних вод м'ясокомбінатів.....	117
<i>Буряк Є.М., Денисовець М.О.</i> Застосування прикріпленої мікрофлори для інтенсифікації біологічної очистки стічних вод.....	119
<i>Дорошенко Л.А.</i> Особливості Na-катіонування води.....	121
<i>Збрех С.Ю.</i> Selection of the optimal variant of recultivation of sludge fields in Kharkiv city.....	123

<i>Маргарян М.Г.</i> Характеристика забруднень стічних вод коксохімічних підприємств.....	124
<i>Мірошніченко Ю.В.</i> Особливості застосування методів іонного обміну.....	126
<i>Нікуліна А.Ю.</i> Інтенсифікація процесу введення озону - повітряної суміші в контактну камеру при знезараженні.....	128
<i>Півненко Д.Ю.</i> Інтенсифікація роботи контактних освітлювачів при підготовці питної води.....	130
<i>Серебряков Р.М.</i> Використання мембранних біореакторів в схемах очистки стоків м'ясопереробних підприємств.....	132
<i>Сидоренко Т.О.</i> Дезінфекція води.....	134
<i>Степовий Ю.О.</i> Фторування і знефторення води.....	136
<i>Чумаченко В.К.</i> Використання тонкошарових модулів у горизонтальних відстійниках..	138
<i>Ярмола Г.Р.</i> Очистка води для питних цілей від заліза і марганцю.....	140
<i>Склярова Л.О.</i> Екологічне маркування та маркетинг безглютенової продукції.....	142
<i>Буланова А.А.</i> Дослідження особливостей поводження з ТПВ в сільських населених пунктах Харківської області.....	144
<i>Мохонько А.М.</i> Оцінка потенціалу використання джерельних вод в Харківській області для питного водопостачання.....	146
<i>Репрінцева А.В.</i> Екологічні аспекти енергоефективних будівель.....	148
<i>Волошин В.С.</i> Дослідження впливу повітряних потоків на техніко-експлуатаційні та пожежобезпечність тунелів.....	150
<i>Олешко В.А.</i> Основні підходи до визначення переліку контрольованих радіонуклідів у сбросах атомних електростанцій України.....	151

Наукове видання

Матеріали XI Всеукраїнської студентської науково-технічної
конференції «Сталий розвиток міст»
(83-я студентська науково-технічна конференція
ХНУМГ ім. О. М. Бекетова)

24-26 квітня 2018 р.

ЧАСТИНА 2

За загальною редакцією проф. *Сухонос М. К.*

Матеріали конференції опубліковані в авторській редакції

Відповідальний за випуск *Старостіна А. Ю.*

Технічний редактор *Дранник І. В.*

Формат 60x84 1/16. Підп. до друку 19.04.2018 Ум. друк. арк. 7,31.
Друк на ризографі. Тираж 70 пр. Зам. №

Видавець і виготовлювач:

Харківський національний університет міського господарства
імені О. М. Бекетова, вул. Маршала Бажанова, 17, Харків, 61002

Електронна адреса: rectorat@kname.edu.ua

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:

ДК № 4705 від 28.03.2014